

Meio ambiente:
Preservação, saúde e sobrevivência

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021



Meio ambiente:

Preservação, saúde e sobrevivência

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes editoriais
Natalia Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os autores

Multidisciplinar

Atena Editora
Ano 2021

Multidisciplinar

Atena Editora
Ano 2021

Atena
Editora
Ano 2021

Meio ambiente: preservação, saúde e sobrevivência

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 Meio ambiente: preservação, saúde e sobrevivência / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-338-2
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.382213007

1. Meio ambiente. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2021

Multidisciplinar

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

Multidisciplinar

Atena
Editora
Ano 2021

APRESENTAÇÃO

O e-book: “Meio Ambiente: Preservação, Saúde e Sobrevivência” constituída por vinte e cinco capítulos de livros que foram organizados e divididos em quatro grupos: *i*) educação ambiental no contexto do ensino e da extensão; *ii*) gestão e gerenciamento de resíduos sólidos; *iii*) saneamento e ecossistemas e *iv*) outros temas de grande relevância. Entretanto, tais grupos convergem-se para uma mesma problemática: o uso sustentável do meio ambiente e de seus recursos naturais com o intuito de possibilitar uma melhor qualidade de vida para a atual e futuras gerações.

A educação ambiental no contexto do ensino e da extensão é composta por seis trabalhos que tratam desta temática que se inicia nos primeiros anos da educação; passa pelo ensino médio por intermédio do ensino de química e alcança o ensino superior em cursos de graduação que possuem aulas práticas em laboratórios e que podem ocasionar a geração de grande quantidade de resíduos químicos, sendo necessária a adoção de novas metodologias que minimizem a geração de tais resíduos. Por fim alcança o segmento da extensão universitária que trabalha sob a perspectiva do projeto Canindé e o desenvolvimento e aplicação do conceito de sustentabilidade.

A geração de resíduos sólidos é um problema “crônico” presente na sociedade atual e que demonstra seus efeitos colaterais a curto, médio e longo prazo. Os resíduos sólidos se encontram em todos os segmentos da sociedade e que neste e-book está sendo apresentado por quatro trabalhos que tratam dos resíduos sólidos gerados nos domicílios, nos estabelecimentos comerciais com atenção a supermercados, redes varejistas e serviços de saúde, que juntamente com resíduos provenientes de outros setores, acabam por influenciar no volume de resíduos que são dispostos em lixões e/ou aterros sanitários e que geram enormes custos tanto na saúde pública, quanto na manutenção de áreas para descarte dos resíduos sólidos.

Diante dos maus hábitos da população decorrentes de uma má ou falta de uma educação e consciência ambiental associada e estimulada por uma cultura e indústria que geram maior volume de resíduos sólidos que são, em grande parte, dispostos de forma incorreta ou em locais impróprios, ocasionando sérios problemas de saneamento que afetam diferentes ecossistemas e toda a sua biodiversidade de organismos vivos.

A quarta sessão é composta por dez capítulos de livro que tratam de variados temas, entre os quais: *i*) risco de contaminação de águas com resíduos de agrotóxicos; *ii*) o uso de fertilizantes nitrogenados em lavouras de café; *iii*) questões socioeconômicas em atividades rurais; *iv*) coleta de serapilheira; *v*) monitoramento e vazão de nascentes; *vi*) erosão hídrica; *vii*) a mineração em Minas Gerais; *viii*) a atuação do poder judiciário em relação as questões ambientais e *ix*) plantas ornamentais tóxicas e as utilizadas na alimentação.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando, buscando, estimulando e incentivando cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros e capítulos de livros.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS: REFLEXÕES E POSSIBILIDADES METODOLÓGICAS

Data de aceite: 21/07/2021

Maria da Conceição Almeida de Albuquerque
SME – Rio de Janeiro-RJ
http://lattes.cnpq.br/4694288866162082

Roberto Carlos da Silva Soares
SEMED – Castanhal-PA
http://lattes.cnpq.br/1508275483593590

RESUMO: Ao desenvolver este artigo intitulado "Educação ambiental nos anos iniciais: reflexões e possibilidades metodológicas", objetivou-se desenvolver ações sociais críticas voltadas a um comportamento social que busque a prática de atividades sociais coletivas. Para isso, metodologicamente foi realizado um recorte histórico no percurso da Educação Ambiental (EA), seguida de uma abordagem da EA nas diretrizes da educação brasileira embasada na Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional, dos Parâmetros Curriculares Nacionais, dos Temas Integradores e, por fim, pela Base Nacional Comum Curricular, bem como de uma abordagem sobre a importância da educação ambiental nos anos iniciais do ensino fundamental, sendo apresentadas propostas pedagógicas de educação ambiental nessa etapa da Educação Básica. Para isso, serviram de base Leff (2002), o qual questionou o risco ecológico presente na sociedade contemporânea; Dias (2004) preocupado com a formação do cidadão; Guimarães (1995), o qual pesquisou sobre a educação ambiental, diagnosticando a necessidade de incorporar a dimensão ambiental à educação, elaborando a reflexão sobre a importância do uso da EA na prática educativa; e de Loureiro (2006a, p.72), o qual apresentou os princípios relevantes da EA. Com base nisso, concluiu-se que, para haver práticas ecopedagogicamente adequadas, é imprescindível consciência ambiental, formação dos docentes e uma legislação que dê apoio aos profissionais que atuarão nessa área.

PALAVRAS - CHAVE: Educação Ambiental. Formação docente. Práticas educativas. Anos iniciais.

ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE EARLY YEARS: METHODOLOGICAL REFLECTIONS AND POSSIBILITIES

ABSTRACT: By developing this article entitled "Environmental education in the early years: methodological reflections and possibilities", the aim was to develop critical social actions based on the social behavior that seeks the practices of collective social activities. For this, methodologically, a historical cutout was made in the path of Environmental Education, followed by an approach to Environmental Education in the guidelines of Brazilian education based on the Law of Guidelines and Base of National Education, of the National Curriculum Parameters, of the Integrating Themes and, finally, by the Common National Curriculum Base, as well as an approach on the importance of environmental education in the early years of elementary school, being presented pedagogical proposals of environmental education at this stage of basic education. For this purpose, served

as a basis Leff (2002), who questioned the ecological risk present in contemporary society, Dias (2004), concerned with the formation of the citizen, Guimarães (1995), who researched on environmental education, diagnosing the need to incorporate the environmental dimension into education, elaborating a reflection on the importance of using environmental education in educational practice; and Loureiro (2006a, p.72), who presented the relevant principles of Environmental Education. Based on this, it is concluded that, must exist ecopedagogically adequate practices, environmental awareness, teacher training and legislation to support professionals who will work in this area.
KEYWORDS: Environmental Education. Legislation. Teacher training. Educational practices. Early years.

1 I CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A crise ambiental já parece ser um consenso mundial, uma vez que existe um reconhecimento generalizado no mundo sobre a seriedade dos problemas ambientais que nos afetam, tanto que resultou em mobilizações internacionais para a busca de soluções. Para Leff (2002), o risco ecológico questiona o conhecimento do mundo. Ela se apresenta a nós como um limite no real, que ressignifica e reorienta o curso da história: limite do crescimento econômico e populacional; limites de desequilíbrios ecológicos e da capacidade de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social.

O papel da Educação Ambiental (EA), nesse contexto, torna-se mais urgente e, de acordo com Dias (2004), torna-se necessário que haja uma preocupação maior no que diz respeito à formação do cidadão.

Guimarães (1995), pesquisador da questão ambiental, diagnosticou a necessidade da dimensão ambiental ser incorporada à educação e elaborou uma precisa argumentação para que os professores refletissem a respeito dos motivos que justificam a necessidade de inclusão da EA na prática educativa, promovendo o debate a respeito da questão ambiental e suas implicações na aquisição de conhecimentos, dos valores e das atitudes diante de uma nova realidade a ser construída, notadamente na escola, lugar privilegiado da reprodução de regras da convivência social.

Desse modo, partindo do pressuposto da importância da EA nos tempos atuais e pelo fato de que ela está inserida na educação formal e também por existirem políticas públicas que estabelecem a presença da EA em todos os níveis dos processos educativos, acredita-se que nos anos iniciais de escolarização ela se faz muito necessária, porque as crianças bem informadas sobre as questões ambientais serão adultos mais preocupados com o meio ambiente, além do que elas transmitirão esses conhecimentos tanto na escola, quanto em sua casa, em sua família e em toda a vizinhança.

Sabe-se que a EA pode contribuir para o exercício da cidadania, no sentido de transformação social e também aprofundar conhecimentos a respeito de questões ambientais, criar espaços participativos e desenvolver valores éticos, logo, segundo Guimarães (2010), ela deve ser uma EA crítica, de acordo com as classes populares, dos

"oprimidos" como nos anunciou Paulo Freire (1987). Essa EA se vincula com a prática social, no contexto da realidade socioambiental e não pode estar voltada simplesmente para a mudança de comportamentos individuais (educação de comportamentos), esperando que a soma de mudanças individuais resulte na transformação "automática" da sociedade.

Procurando materializar a EA no cotidiano escolar, no âmbito dos anos iniciais do ensino fundamental, far-se-á uma abordagem de como agir pedagogicamente, utilizando a EA para fins de formação e de desenvolvimento de ações sociais críticas voltadas a um comportamento social que busque a prática de atividades sociais coletivas.

Para isso, será realizado um recorte histórico no percurso da Educação Ambiental, pois assim teremos acesso à informação de como se deu o desenvolvimento da EA como tema necessário à educação, para, em seguida, fazer uma abordagem da EA nas diretrizes da educação brasileira à luz da Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional, dos Parâmetros Curriculares Nacionais, dos Temas Integradores e, por fim, pela Base Nacional Comum Curricular. Em seguida, será feita uma abordagem sobre a importância da educação ambiental nas series iniciais do ensino fundamental, pois, só assim, poderão ser apresentadas propostas pedagógicas de educação ambiental nessa etapa da educação básica.

2 | ABORDAGEM PANORÂMICA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A EA foi sendo definida ao longo dos vários eventos internacionais que aconteceram desde a década de 60 do século XX, cujas questões ambientais foram enfatizadas e o mundo começava a sentir as consequências do desenvolvimento econômico que os países ricos estavam se submetendo.

Dias (2004) afirma: "estamos produzindo um mundo que nenhum de nós deseja...". Atualmente o mundo experimenta um grande problema de desequilíbrio ambiental uma vez que nos tornamos uma sociedade individualista e consumista, que infelizmente desconhece as consequências de suas atitudes ou não se importa com elas.

3 | UM RECORTE HISTÓRICO NO PERCURSO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

> *A Educação Ambiental é elemento estratégico na formação de ampla consciência crítica das relações sociais e de produção que situam a inserção humana na natureza.*
>
> Carlos Frederico Bernardo Loureiro

Segundo Dias (2004), citado por Albuquerque (2014), a década de 60 do século XX começava, exibindo ao mundo as consequências do modelo de desenvolvimento econômico adotado pelos países ricos, traduzidos em níveis crescentes de poluição atmosférica nos grandes centros urbanos, como Los Angeles, Nova Iorque, Berlim, Chicago, Tóquio

e Londres, principalmente em rios envenenados por despejos industriais: Tâmisa, Sena, Danúbio, Mississipi e outros. Em perda da cobertura vegetal da terra, ocasionando erosão, perda da fertilidade do solo, assoreamento dos rios, inundações e pressões crescentes sobre a biodiversidade, os recursos hídricos, sustentáculos e derrocadas de muitas civilizações, estavam sendo comprometidos a uma velocidade sem precedentes na história humana.

A imprensa mundial registrava todo esse desastre ambiental em manchetes dramáticas e a jornalista Raquel Carson, lançava em 1962, seu livro Primavera Silenciosa, descrevendo minuciosamente esse panorama e enfatizando o descuido e a irresponsabilidade com que os setores produtivos espoliavam a natureza, sem nenhum tipo de preocupação com as consequências de suas atividades. Esse livro viria a se tornar um clássico na história do movimento ambientalista mundial, desencadeando uma grande inquietação internacional e suscitando discussões nos diversos foros (DIAS, 2004).

Albuquerque (2014) nos diz que, de acordo com Dias (2004), essas inquietações chegariam a ONU, seis anos depois, quando a delegação da Suécia chamaria a atenção da comunidade internacional para a crescente crise do ambiente urbano, constituindo a primeira observação oficial, naquele foro, sobre a necessidade de uma abordagem globalizante para a busca de soluções contra o agravamento dos problemas ambientais e que enquanto os governos não conseguiam definir os caminhos do entendimento, a sociedade civil movimentava-se em todo o mundo. Assim, em março de 1965, durante a Conferência em Educação na Universidade de Keele, Grã-Bretanha, surgia o termo *Environmental Education* (Educação Ambiental) e nessa mesma época, foi aceito que a Educação Ambiental deveria se tornar uma parte essencial da educação de todos os cidadãos e seria vista como sendo essencialmente conservação ou ecologia aplicada.

Segundo Reigota (2006), em 1968 foi realizada em Roma uma reunião de cientistas de países desenvolvidos, que ficou conhecida como “Clube de Roma”, e eles discutiram sobre o consumo e as reservas de recursos naturais não renováveis e o crescimento da população mundial até meados do século XXI. As conclusões deixavam clara a necessidade urgente de se buscar meios para a conservação dos recursos naturais e controlar o crescimento da população, além de se investir em uma mudança radical na mentalidade de consumo e procriação.

Da reunião do “Clube de Roma” foi publicado o livro *Limites do Crescimento*, que durante muitos anos foi uma referência internacional às políticas e projetos e foi também alvo de muitas críticas de intelectuais latino-americanos, por entenderem que, para se conservar o padrão de consumo dos países industrializados, era necessário controlar o crescimento da população nos países pobres (REIGOTA, 2006).

De acordo com Dias (2004), o documento denunciava a busca incessante do crescimento material da sociedade, a qualquer custo, e a meta de se tornar cada vez maior, mais rica e poderosa, sem levar em conta o custo final desse crescimento e as análises

do modelo indicaram que o crescente consumo geral levaria a humanidade a um limite de crescimento, possivelmente a um colapso. Como já era previsto, a classe política rejeitaria as observações. Apesar disso, o relatório atingira o seu objetivo: alertar a humanidade sobre a questão. Hoje, esse livro é um clássico reverenciado na literatura do movimento ambientalista mundial.

O ano de 1972 testemunharia o evento mais decisivo para a solução da abordagem ambiental no mundo. Impulsionada pela repercussão internacional do Relatório do Clube de Roma, a Organização das Nações Unidas promoveria, de 5 a 16 de junho, na Suécia, a "Conferência da ONU sobre o Ambiente Humano", ou *Conferência de Estocolmo*, como ficaria consagrada, reunindo representantes de 113 países. Nessa conferência, a educação dos indivíduos para o uso mais equilibrado dos recursos foi apontada como uma das estratégias para a solução dos problemas ambientais (TOZONI-REIS, 2006).

A Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, de acordo com Pedrini (2011), foi um marco histórico internacional na emergência de políticas ambientais em muitos países, inclusive no Brasil. Segundo Dias (2004), essa Conferência gerou a "Declaração sobre o Ambiente Humano", estabeleceu um "Plano de Ação Mundial" e em particular, recomendou que deveria ser estabelecido um programa Internacional de Educação Ambiental. A Recomendação nº 96 da Conferência reconhecia o desenvolvimento da Educação Ambiental como o elemento crítico para o combate à crise ambiental e, de acordo com Grün (1996), essa recomendação tem uma "importância estratégica" na busca pela qualidade de vida.

Em resposta às recomendações da Conferência de Estocolmo, a UNESCO promoveria em Belgrado, Iugoslávia (1975), o Encontro Internacional sobre Educação Ambiental, recebendo especialistas de 65 países. Nesse encontro, segundo Dias (2004), foram formulados princípios e orientações para um programa internacional de Educação Ambiental, segundo os quais ela deveria ser contínua, multidisciplinar, integrada às diferenças regionais e voltada para os interesses nacionais. Para isso, enfatizou-se a EA como processo educativo amplo, formal ou não, abarcando as dimensões políticas, culturais e sociais (LOUREIRO, 2006a). Esse encontro gerou a carta de Belgrado, um documento histórico, no qual se expressava a necessidade do exercício de uma nova ética global, que proporcionasse a erradicação da pobreza, da fome, do analfabetismo, da poluição e da dominação e exploração humana.

> É absolutamente vital que os cidadãos de todo o mundo insistam a favor de medidas que darão suporte ao tipo de crescimento econômico que não traga repercussões prejudiciais às pessoas; que não diminuam, de nenhuma maneira, as condições de vida e de qualidade do meio ambiente. É necessário encontrar meios de assegurar que nenhuma nação cresça ou se desenvolva á custa de outra nação, e que nenhum indivíduo aumente o seu consumo à custa da diminuição do consumo dos outros (Trecho da Carta de Belgrado, DIAS, 2004:102).

Após cinco anos da Primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em 1977, realiza-se a Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental em Tbilisi, capital da Geórgia, organizada pela UNESCO, em cooperação com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA. A Conferência de Tbilisi, como ficou consagrada, foi o ponto culminante da Primeira Fase do Programa Internacional de Educação Ambiental, iniciado em 1975, em Belgrado, que, segundo Dias (2004), definiu seus princípios, objetivos e características, formulando recomendações e estratégias pertinentes aos planos regional, nacional e internacional. É considerado em nossos dias o evento decisivo para os rumos da EA em todo o mundo.

De acordo com Loureiro (2006a, p.72), são princípios relevantes de EA, apresentados na recomendação número dois desse evento:

> a) Considerar o ambiente em sua totalidade;
>
> b) Definir-se como um processo contínuo e permanente;
>
> c) Aplicar uma abordagem interdisciplinar;
>
> d) Examinar as questões ambientais do ponto de vista local, regional, nacional e internacional;
>
> e) Concentrar-se nas situações ambientais atuais tendo em conta a perspectiva histórica;
>
> f) Insistir no valor e na necessidade de cooperação local;
>
> g) Destacar a complexidade dos problemas ambientais.

Segundo o que havia sido acordado em Tbilisi, realizou-se, em Moscou, no ano de 1987, o Congresso Internacional de Educação e Formação Ambiental, promovido pela UNESCO, em colaboração com o PNUMA, que enfatizou, de acordo com Loureiro (2006a), o estímulo à organização das redes de informação e comunicação entre os profissionais e defendeu a capacitação de profissionais de nível técnico como essencial a uma intervenção instrumental compatível com parâmetros sustentáveis, a partir da avaliação dos avanços obtidos e ratificação das diretrizes de Tbilisi.

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em que cidadãos representando instituições de mais de 170 países assinaram tratados nos quais se reconhece o papel central da educação para a “construção de um mundo socialmente justo e ecologicamente equilibrado”, requerendo, para isso, “responsabilidade individual e coletiva em níveis local, nacional e planetário”. E é isso que se espera da EA no Brasil, assumida como obrigação nacional pela Constituição promulgada em 1988 (DIAS, 2004).

A Conferência Rio-92, como ficou conhecida, teve como objetivos, segundo Dias (2004, p. 50):

a) Examinar a situação ambiental do mundo e as mudanças ocorridas depois da Conferência de Estocolmo;

b) Identificar estratégias regionais e globais para ações apropriadas referentes às principais questões ambientais;

c) Recomendar medidas a serem tomadas, nacional e internacionalmente, referentes à proteção ambiental;

d) Promover o aperfeiçoamento da legislação ambiental internacional;

e) Examinar estratégias de promoção do desenvolvimento sustentável e da eliminação da pobreza nos países com desenvolvimento, entre outros.

A Rio-92 corrobora com as premissas de Tbilisi e através da Agenda 21[1], define as áreas de programas de EA, reorientando a educação para o desenvolvimento sustentável. Essa conferência atualmente é reconhecida como o encontro internacional mais importante desde que o ser humano se organizou em sociedades (DIAS, 2004).

Entretanto, segundo Loureiro (2006a), o generalismo nas análises e a falta de discussão aprofundada sobre o modo de organização e produção capitalista, proporcionaram recomendações vagas sem maiores efeitos práticos, sendo muitas dessas compatíveis com a ética liberal e com a economia de mercado.

Em 2002, em Johanesburgo, África do Sul, foi realizado o encontro internacional que abordou a questão ambiental, quando ocorreu a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável a Rio+10. Nesse encontro foi realizado um balanço dos dez anos da Agenda 21 e reafirmou-se a insustentabilidade do modelo econômico vigente. Dentro da perspectiva desse evento, a EA é tida como uma estratégia para alcançar o desenvolvimento sustentável (TOZONI-REIS, 2006). Porém, constata-se, segundo Loureiro (2006a), que a economia de mercado possui limites, impõe limites à sustentabilidade e não há alternativas consistentes, a não ser o vago discurso da solidariedade entre países e da cooperação tecnológica em busca da equidade social.

Em junho de 2012, foi realizada a Rio+20, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, no Rio de Janeiro. A Rio+20 foi assim conhecida porque marcou os vinte anos da realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) e contribuiu para definir a Agenda de Desenvolvimento Sustentável para as próximas décadas, que teve como objetivo a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes. Essa Conferência teve dois temas principais: a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza; e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012).

---

1 A Agenda 21 é um plano de ação formulado internacionalmente para ser adotado em escala global, nacional e localmente por organizações do sistema das Nações Unidas, pelos governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente (BRASIL, 2012)

Infelizmente, o resultado da Rio+20 não foi o esperado. Os impasses, principalmente entre os interesses dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, acabaram por frustrar as expectativas para o desenvolvimento sustentável do planeta. O documento final apresentou várias intenções, porém joga para os próximos anos a definição de medidas práticas para garantir a proteção do meio ambiente (ALBUQUERQUE, 2014).

Passados alguns anos após a Rio+20, pode-se dizer que as mudanças por ela proporcionadas seguem o ritmo de seu documento final, que foi considerado enfraquecido e aquém do esperado por diversos setores.

4 l A ABORDAGEM DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS DIRETRIZES DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

> "*Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo*".
>
> Paulo Freire

Em 27 de abril de 1999, foi sancionada pelo então presidente do Brasil, Fernando Henrique Cardoso, a Lei Nº 9.795, que cria a Política Nacional de Educação Ambiental e em seu artigo 1º define a EA da seguinte maneira:

> Entende-se por EA os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Essa lei foi baseada no Artigo 225 da Constituição Federal do Brasil que atribuiu ao Governo Federal a responsabilidade em promover a EA e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente.

Silva (1995) acredita que a realização de EA, tendo início na escola, poderá atingir os demais segmentos da sociedade, já que a inserção da dimensão ambiental na escola proporciona a realização de um trabalho contínuo e permanente e as transformações alcançadas transpõem os muros da mesma.

4.1 Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

A nova Lei da Educação nº 9.394, promulgada em 30 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, não apresenta qualquer menção específica sobre o termo educação ambiental. O artigo 26 aborda os currículos e ressalta a necessidade do "conhecimento físico e natural e da realidade social e política", e o artigo 32 concerne aos objetivos e destaca a "compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores presentes na sociedade", como uma referência, embora não específica, à temática da educação ambiental (BRASIL, 1996).

A nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) ressalta, entre os seus princípios,

a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade. Segundo a lei, deve-se incentivar também o trabalho de pesquisa e desenvolver o entendimento do homem e do meio em que se vive. Procura-se, desse modo, contemplar o ambiente de vida do educando como espaço a ser discutido no processo de aprendizado, incorporando-o ao conhecimento sistematizado e representado pelas disciplinas (BRASIL, 1997a).

4.2 Parâmetros Curriculares Nacionais

Segundo Castro (2002), a ausência ou a forma vaga da Lei de Diretrizes e Bases quanto à temática ambiental, favoreceu a formulação de reformas pontuais, tópicas, localizadas, como a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

Com a intenção de apoiar as discussões e o desenvolvimento do projeto educativo das escolas, o Ministério da Educação apresentou, em sua proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) – a EA como um tema transversal (meio ambiente) no currículo escolar (GUIMARÃES, 2000).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, acerca do tema Meio Ambiente, propõem o seguinte:

> A principal função do trabalho com o tema Meio Ambiente é contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global. Para isso é necessário que, [...] a escola se proponha a trabalhar com atitudes, com formação de valores, com o ensino e aprendizagem de procedimentos. E esse é um grande desafio para a educação. [...} Assim, a grande tarefa da escola é proporcionar um ambiente escolar saudável e coerente com aquilo que ela pretende que seus alunos apreendam, para que possa, de fato, contribuir para a formação da identidade como cidadãos conscientes de suas responsabilidades com o meio ambiente e capazes de atitudes de proteção e melhoria em relação a ele (BRASIL, 1997a, p.188).

A educação ambiental passa a integrar os temas transversais propostos nos PCNs, os quais “constituem um referencial de qualidade para a educação no ensino fundamental em todo o país” conforme documento elaborado pela Secretaria de Educação Fundamental do MEC (BRASIL/SEF, 1997c :13). Esse documento contém proposições para as áreas ou disciplinas convencionais como Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História, Arte e Educação Física, além dos denominados temas transversais, que incluem Ética, Meio Ambiente, Pluralidade Cultural, Orientação Sexual e Saúde.

No texto do referido documento, a cidadania foi eleita como eixo central da educação escolar e, assim, se justifica a seleção de temas que gerem conteúdos de grande relevância social. Nesse sentido, a questão ambiental, já incorporada, de certa forma, aos conteúdos escolares da área de ciências, é apresentada em outra estrutura curricular na proposta dos PCNs (CASTRO, 2002).

A transversalidade de questões sociais relevantes nos currículos escolares, como aquelas destacadas acima, segundo Castro (2002), é uma tendência que tem origem em propostas educativas nacionais e internacionais, como a reforma educacional espanhola a qual tem sido o modelo orientador da reforma brasileira e o que se pode constatar é que na proposta curricular da Espanha, a inclusão dos temas transversais nas atividades educativas das escolas são acompanhadas constantemente, evidenciando resultados positivos nesse modelo de currículo.

Segundo Busquets *et al.* (1993), os temas transversais devem ser colocados no centro das preocupações sociais e educacionais, por onde é possível transitar os conteúdos das disciplinas formais. Esses temas promoverão significados para aprendizagem das disciplinas escolares, que devem aparecer com instrumentos culturais de grande significação para aproximar o conhecimento científico da vida cotidiana.

Segundo Castro (2002), o texto dos PCNs reitera que o ensino de educação ambiental deve considerar as esferas local e global, favorecendo tanto a compreensão dos problemas ambientais em termos macros (político, econômico, social, cultural) como em termos regionais. Desse modo, os conteúdos de educação ambiental se integram no currículo escolar, a partir de uma relação de transversalidade, de modo a impregnar a prática educativa, exigindo do professor uma readaptação dos conteúdos abordados na sua disciplina, o que condiz com resoluções do Conselho Federal de Educação e de conferências nacionais e internacionais, que reconhecem a educação ambiental como uma temática a ser inserida no currículo de modo diferenciado, não se configurando como uma nova disciplina.

Reigota (2006, p.12) destaca que:

> Claro que a Educação Ambiental por si só não resolverá os complexos problemas ambientais planetários. No entanto ela pode influir decisivamente para isso, quando forma cidadãos conscientes dos seus direitos e deveres. Tendo consciência e conhecimento da problemática global e atuando na sua comunidade, haverá uma mudança no sistema, que se não é de resultados imediatos, visíveis, também não será sem efeitos concretos.

Contemplada no tema transversal Meio Ambiente, a EA deve ser trabalhada de forma interdisciplinar, assim como os demais Temas Transversais – Ética, Pluralidade Cultural, Orientação Sexual e Saúde – pois, como perspectiva educativa, pode estar presente em todas as disciplinas, quando analisa temas que permitem enfocar as relações entre a humanidade e o meio natural, e as relações sociais, sem deixar de lado as suas especificidades (REIGOTA, 2006).

A transversalidade diz respeito à possibilidade de se estabelecer, na prática educativa, uma relação entre aprender na realidade e da realidade de conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real (aprender na realidade e da realidade) (BRASIL, 1997b).

Na proposição curricular da reforma brasileira, os temas transversais "não devem constituir novas áreas, mas antes um conjunto de temas que aparecem transversalizados nas áreas definidas, isto é, permeando a concepção, os objetivos, os conteúdos e as orientações didáticas de cada área" (BRASIL/SEF, 1997b:64). Essas proposições orientam, inclusive, que fatos, conceitos, princípios, normas e atitudes desses temas sociais sejam integrados aos objetivos e aos conteúdos de todas as áreas ou disciplinas convencionais, a fim de possibilitarem relações dessas últimas com as problemáticas atuais. Destaca-se, também que em determinados momentos, as temáticas transversais "sejam explicitamente trabalhadas e os conteúdos de campos e origens diferentes sejam colocados na perspectiva de respondê-las" (BRASIL/SEFc, pp. 37-38).

Desse modo, segundo Castro (2002), a proposição curricular apresentada nos PCNs orienta para que todas as áreas ou disciplinas convencionais incorporem conteúdos e objetivos dos temas transversais. Portanto, não devem ser tratados por uma única área ou disciplina, a fim de não se descaracterizar sua complexidade. Sua inclusão nos debates da sala de aula, na medida em que fazem parte do projeto pedagógico da escola, pode promover transformações nos conteúdos e nos modos de tratamentos das áreas curriculares tradicionais, transformando-as, assim, em atividades ou meio para a compreensão dos processos sociais, culturais, científicos, tecnológicos e econômicos vivenciados por nossa sociedade.

Castro (2002) afirma que a análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais demonstrou a ênfase no envolvimento de todas as instâncias da escola – diretores, professores, alunos e funcionários – no ensino de educação ambiental. Cada integrante do universo escolar tem um papel a ser desempenhado nas ações a serem empreendidas em prol do meio ambiente. A participação ativa do professor é valorizada, visto que a ele compete o ensino de procedimentos científicos que acarretem a produção de conhecimentos e pesquisas na área. Ademais, as atividades dos professores de educação ambiental são componentes do aprimoramento de sua cidadania. Em se tratando de um campo temático novo, os professores devem investir na sua formação/informação, no sentido de favorecer uma reflexão crítica de sua prática como educadores.

4.3 A Base Nacional Comum Curricular

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver nas escolas brasileiras públicas e particulares de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Seu principal objetivo é ser a balizadora da qualidade da educação do País por meio do estabelecimento de um patamar de aprendizagem e desenvolvimento a que todos os alunos têm direito.

A BNCC norteia a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares

de todo o Brasil, indicando as competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade.

O documento está estruturado em:

- Textos introdutórios (geral, por etapa e por área);
- Competências gerais que os alunos devem desenvolver ao longo de todas as etapas da Educação Básica;
- Competências específicas de cada área do conhecimento e dos componentes curriculares;
- Direitos de Aprendizagem ou Habilidades relativas a diversos objetos de conhecimento (conteúdos, conceitos e processos) que os alunos devem desenvolver em cada etapa da Educação Básica – da Educação Infantil ao Ensino Médio.

O item 4.3 do documento, que fala sobre a Área de Ciências da Natureza, afirma que a sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico. No entanto, o mesmo desenvolvimento científico e tecnológico que resulta em novos ou melhores produtos e serviços também pode desenvolver desequilíbrios na natureza e sociedade.

Para debater e tomar posição sobre diversos temas entre eles saneamento e manutenção da vida na terra, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral do aluno.

Desta forma, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.

Em outras palavras, aprender ciência não é a finalidade última do letramento, mas sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania.

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

Espera-se, desse modo, possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum.

A BNCC nos apresenta algumas competências específicas da área de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental que estão diretamente relacionadas com a questão ambiental:

- Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
- Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
- Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

Para orientar a elaboração dos currículos de Ciências, as aprendizagens essenciais a ser asseguradas nesse componente curricular foram organizadas em três unidades temáticas que se repetem ao longo de todo o Ensino Fundamental. São elas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo.

A unidade temática Matéria e Energia contempla o estudo de materiais e suas transformações, fontes e tipos de energia utilizados na vida em geral, na perspectiva de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diferentes usos da energia.

Dessa maneira, nessa unidade estão envolvidos estudos referentes à ocorrência, a utilização e ao processamento de recursos naturais e energéticos empregados na geração de diferentes tipos de energia e na produção e no uso responsável de materiais diversos. Discute-se, também, a perspectiva histórica da apropriação humana desses recursos, com base, por exemplo, na identificação do uso de materiais em diferentes ambientes e épocas e sua relação com a sociedade e a tecnologia.

Assim, nos anos iniciais, as crianças já se envolvem com uma série de objetos, materiais e fenômenos em sua vivência diária e na relação com o entorno. Tais experiências são o ponto de partida para possibilitar a construção das primeiras noções sobre os materiais, seus usos e suas propriedades. Além de prever a construção coletiva de propostas de reciclagem e reutilização de materiais, estimula-se ainda a construção de hábitos saudáveis e sustentáveis por meio da discussão acerca dos riscos associados à integridade física e à qualidade auditiva e visual. Espera-se também que os alunos possam reconhecer a importância, por exemplo, da água, em seus diferentes estados, para a agricultura, o clima, a conservação do solo, a geração de energia elétrica, a qualidade do

ar atmosférico e o equilíbrio dos ecossistemas.

4.4 Temas Integradores

A EA, presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica DCNs) como uma modalidade da Educação Básica, apresentou-se, nos PCNs, como Tema Transversal. Enquanto que nos PCNs a educação ambiental era referência curricular recomendada, nas DCNs, ela é apresentada como obrigatoriedade, por isso seu aspecto legal.

> As orientações, presentes nas DCNs e nos demais normativos da Educação Básica, apontam para a obrigatoriedade de as escolas trabalharem juntamente com conteúdos científicos e das áreas de conhecimentos específicas, os Temas Contemporâneos de maneira interdisciplinar e transdisciplinarmente, fazendo associações e conduzam à reflexão sobre questões da vida cidadã (BRASIL, 2013). Portanto, observa-se a valorização e relevância da abordagem de assuntos de cunho social (BRASIL, 2019, p. 10).

No decorrer da elaboração da BNCC, a EA foi apresentada, na 2ª versão, como um dos Temas Especiais. Esses temas tinham como objetivo estabelecer a integração entre os componentes curriculares de uma mesma área do conhecimento e entre as diferentes áreas que organizam a Educação Básica.

> Trata-se, portanto, de temas sociais contemporâneos que contemplam, para além da dimensão cognitiva, as dimensões política, ética e estética da formação dos sujeitos, na perspectiva de uma educação humana integral (BRASIL, 2016, p.47).

Quando se elegeu a EA como tema integrador, objetivou-se articular tanto os direitos quanto os objetivos de aprendizagem em torno das questões socioambientais. Mas, para isso, é importante que os sistemas e redes de ensino, assim como as escolas, incorporem atividades de EA em seus currículos.

> Por fim, cabe aos sistemas e redes de ensino. Assim como as escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora (BRASIL, 2017, p. 19).

É importante destacar que a EA não está explícita na versal da BNCC homologada pelo Governo Federal, possibilitando a cada sistema ou rede de ensino a flexibilidade de sua aplicação no currículo escolar.

5 I A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), o Ensino Fundamental tem como objetivos, também, “a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta

a sociedade" e "o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores" (BRASIL, 2019).

A Educação Ambiental (EA) nos anos iniciais no Ensino fundamental pode contribuir para a consciência da preservação e cidadania, uma vez que ensina às crianças que é necessário cuidar e preservar a vida do planeta, que pequenas atitudes fazem a diferença, e que assim, elas serão capazes de proporcionar uma grande mudança na comunidade onde vivem.

> Para que os estudantes constituam uma visão da globalidade e compreendam o meio ambiente em todas suas dimensões, a prática pedagógica da Educação Ambiental deve ter uma abordagem complexa e interdisciplinar. Daí decorre a tarefa não habitual, mas a ser perseguida, de estruturação institucional da escola e de organização curricular que, mediante a transversalidade, supere a visão fragmentada do conhecimento e amplie os horizontes de cada área do saber (BRASIL, 2013, p. 543).

Funk e Santos (2009) afirmam que a Educação Ambiental nos anos iniciais tem fundamental importância na formação da consciência sobre a responsabilidade ambiental do ser humano, para que cada cidadão compreenda a sua responsabilidade em relação aos valores de preservação e cuidado com o mundo que nos cerca, levando esse conhecimento consigo e utilizando em toda sua vida.

Nesse sentido, a EA é uma das maneiras de ajudar os educandos dos anos iniciais do Ensino Fundamental a buscar modificar valores, comportamentos e atitudes, a fim de buscar qualidade de vida a todos os cidadãos e pensar em um modo sustentável, respeitando a natureza e os benefícios oferecidos por ela. E, para que isso aconteça, é necessário mudar a atitude da população. Para isso, é essencial iniciar essa mudança nos anos iniciais da vida escolar da criança.

De acordo com Penteado (1994), a escola é um local imprescindível de se promover a consciência ambiental a partir da conjugação das questões ambientais com as questões socioculturais. E as aulas são o espaço ideal de trabalho com os conhecimentos dos alunos e onde se desencadeiam experiências e vivências formadoras de consciências mais vigorosas porque são alimentadas no saber.

Nessa perspectiva, faz-se necessário que sejam desenvolvidas pelos educadores, novas competências, habilidades e atitudes voltadas ao pensar, reformular e transformar a prática pedagógica para que aconteçam mudanças significativas no contexto escolar, o que é confirmado por Reigota (1998), quando diz que a Educação Ambiental aponta para propostas pedagógicas centradas na conscientização, mudança de comportamento, desenvolvimento de competências, capacidade de avaliação e participação dos educandos.

Assim, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, as crianças podem ser estimuladas a tomar atitudes conscientes e compartilhar responsabilidades e no futuro farão parte de uma sociedade mais justa, responsável e conscientes de seus papéis como

cidadãos.

6 I EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA

Trabalhar pedagogicamente a EA na Educação Básica, principalmente, nos anos iniciais, requer uma preocupação em desenvolver nos estudantes habilidades que perpassem os aspectos biopsicossociais dos envolvidos, uma vez que se está trabalhando com a formação integral do aprendiz.

6.1 Propostas pedagógicas de Educação Ambiental para os anos iniciais do Ensino Fundamental

A proposição de atividades pedagógicas de Educação Ambiental nos anos iniciais do Ensino Fundamental pode ser um espaço para a discussão crítica das questões socioambientais presentes na sociedade ou no dia a dia da própria comunidade.

Sabe-se que as crianças do Ensino Fundamental possuem um grande potencial de participação em atividades que lhes são significativas e, por essa razão, Barros (1996) afirma que, para desenvolver um trabalho de Educação Ambiental nos anos iniciais, os educadores devem procurar criar diversas atividades que levem os alunos a debater, experimentar, investigar e atuar. É fundamental criar espaços coletivos de aprendizagem e potencializar o uso de recursos alternativos.

Uma boa oportunidade nos anos do 1º ciclo, de acordo com Barros (1996), é o trabalho com horta para abordagens de diversas questões ligadas às relações no ambiente. Com o desenvolvimento da horta, as crianças aprenderão mais sobre a diversidade de seres vivos que interagem nesse ambiente e descobrirão como os alimentos abióticos (elementos não vivos presentes no ambiente, como água, luz, gases, sais minerais et.) também influenciam e são influenciados pelos seres vivos.

Com os alunos maiores, do 4º ou 5º anos, Barros (1996) sugere um projeto com o tema alimentação, que é uma alternativa eficaz para o debate acerca de questões socioambientais e de saúde. Compreendendo como é uma alimentação saudável, as crianças podem desenvolver atividades na própria escola, como realizar campanhas por um lanche mais saudável, fazer cartazes ou folhetos sobre o assunto, escrever um livro com receitas de aproveitamento integral dos vegetais (uso de talos, cascas, sementes, partes que geralmente são jogadas no lixo) ou com reaproveitamento de sobras.

Esse tema também permite a abordagem de diferentes assuntos: consumo e desperdício de alimentos, produção de lixo, obesidade infantil, desnutrição, fome provocada pela distribuição desigual de recursos, uso de agrotóxicos nos alimentos e produção de alimentos orgânicos.

Outras propostas de trabalho de Educação Ambiental envolvendo as crianças podem ser:

- Construção de Terrário que é uma representação das condições do planeta Terra, com seus elementos bióticos e abióticos. Montar e observar um terrário permite a percepção das diferentes relações que se estabelecem entre esses elementos;
- Atividades fora da escola como visitas a lugares de reciclagem, mercados, pequenas fazendas ou hortas. Essas atividades são importantes porque permitem aos alunos estar em contato direto com diferentes ambientes, podendo realizar observações e conhecer os elementos que, muitas vezes, só vê nos livros didáticos ou na mídia;
- Oficinas utilizando materiais reutilizáveis na construção de novos objetos, desta forma a criança aprende de forma fácil e natural a reaproveitar materiais reutilizáveis evitando que estes materiais tenham destinos incorretos amenizando o acúmulo de lixo;
- Vídeos – Filmes e documentários que abordam temas ambientais podem ser interessantes como atividade preliminar para um debate ou para a sensibilização dos alunos para as questões ambientais;
- Literatura Infantil – Textos literários, músicas e poesias são boas opções para reflexão sobre as questões ambientais;
- Criar com frequência situações de leitura e escrita sobre temas atuais e relativos às questões ambientais, etc.

Com a utilização de propostas diversificadas de Educação Ambiental com as crianças dos anos iniciais do Ensino Fundamental, os educadores ajudarão a formação da consciência sobre a responsabilidade ambiental delas, e elas levarão esse aprendizado por toda a vida.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após consulta a alguns teóricos de Educação Ambiental, a alguns artigos de pesquisadores da área ambiental e a legislação nacional que normatiza o ensino da Educação Ambiental no país, constatou-se a importância desse tipo de aprendizagem nos anos iniciais do Ensino Fundamental uma vez que as crianças estão em fase de desenvolvimento, o que se torna propício, para que haja uma formação e aquisição de novos conhecimentos, ao contrário da fase adulta, onde se torna mais desafiador, porque já possuem hábitos e comportamentos cristalizados e de difícil reorientação, porém, não impossível.

Pode-se dizer que a educação nos anos iniciais do Ensino Fundamental será a base da formação dos futuros cidadãos. Desta forma, ao mostrarmos a importância de conhecer o meio onde vivem e como ele depende das nossas ações, poderemos estar formando futuros adultos melhores e mais conscientes da importância da preservação e da educação

ambiental.

Para que tenhamos um desenvolvimento sustentável, faz-se necessária a consciência ambiental da sociedade como um todo, e a escola com seus educadores precisam fazer o seu papel, para que possamos atingir o desenvolvimento sustentável tão necessário ao planeta, e isso só se dará, se forem colocadas em prática atitudes ecopedagogicamente adequadas para o bem estar da população.

Essa consciência ambiental será atingida por meio de práticas pedagógicas voltadas para a Educação Ambiental desde os anos iniciais do Ensino Fundamental e que precisa ser permanentemente abordada nos demais seguimentos da educação brasileira de forma crítica e emancipatória, contribuindo, assim, na formação de homens e mulheres de modo que possam compreender e atuar nas questões sociais como sujeitos ativos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.C.A. **A educação Ambiental na Educação de Jovens e Adultos (EJA): concepções dos educadores e a influência em suas práticas pedagógicas**. Niterói: Centro Universitário Anhanguera, 2014. (Dissertação de Mestrado)

BARROS, M. L. T. **Educação Ambiental no cotidiano da sala de aula:** um percurso pelos anos iniciais. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Temas Contemporâneos Transversais na BNCC:** Contexto Histórico e Pressupostos Pedagógicos. Brasília, 2019.

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Temas Contemporâneos Transversais na BNCC:** Proposta de Práticas de Implementação. Brasília, 2019.

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular:** Educação é a base. Brasília, 2017. (versão homologada)

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília, 2013.

______. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2013. (2ª versão)

______. **Rio+2. Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro, 13-22 de junho de 2012.

______. Política Nacional de Educação Ambiental. **Lei Nº 9795.** 27 de abril de 1999.

______.Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Meio Ambiente, Brasília, 1997a .

______.Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Apresentação dos Temas Transversais e Ética. Brasília, 1997b.

______.Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: MEC/SEF, 1997c.

______.**Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivid_03/Leis/9394.htm Acesso em 14 de março de 2020.

BUSQUETS, M. D. *et al*. **Temas Transversais em Educação. Bases para uma formação integral.** São Paulo: Ática, 1993.

CASTRO, R.S. Universidade, Meio Ambiente e Parâmetros Curriculares Nacionais. In: LOUREIRO, F.B.; LAYRARGUES, P.P.; CASTRO, R.S. (Orgs). **Sociedade e Meio Ambiente: A Educação em Debate.** 3 ed. São Paulo: Cortez, 2002.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas.** 9 ed. São Paulo: Gaia, 2004.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FUNK, S.; SANTOS, A.P. **A educação ambiental infantil apoiada pelo design gráfico através das histórias em quadrinhos.** Actas de Diseño, v.. Ano 4 p. 236-238, 2009.

GRÜN, M. **Ética e Educação Ambiental: A conexão necessária**. 3 ed. Campinas, S.P.; Papirus, 1996.

GUIMARÃES, M. Armadilha paradigmática na educação ambiental. In: LOUREIRO, C. F.B.; LAYRARGUES, P.P.; CASTRO, R. S. (Orgs) **Pensamento Complexo, Dialética e Educação Ambiental.** São Paulo: Cortez, 2010.

GUIMARÃES, M. **Educação Ambiental: no consenso um embate?** 4 ed. Campinas: Papirus, 2000.

________ **A dimensão ambiental na educação.** Campinas: Papirus, 1995.

LOUREIRO, C.F.B. **Trajetória e Fundamentos da Educação Ambiental.** 2 ed. São Paulo: Cortez, 2006a.

_________ Educação Ambiental e "Teorias Críticas". In GUIMARÃES, N. (Org.) **Caminhos da Educação Ambiental: da forma à ação.** Campinas, S. P.: Papirus, 2006b . p.51-86.

PEDRINI, A.G. (Org.) **Educação Ambiental:** reflexões e práticas contemporâneas. 8 ed. Petropólis, RJ: Vozes, 2011.

PENTEADO, H.D. **Meio Ambiente e Formação de Professores.** São Paulo: Cortez, 1994.

REIGOTA, M. **O que é Educação Ambiental?** São Paulo: Brasiliense, 2006.

__________ Desafios à educação escolar. In: JACOBI, P. *et al* (Orgs.) **Educação ambiental e cidadania: reflexões e experiências.** São Paulo: SMA, 1998. PP. 43-50.

SILVA, M.M.P. **Educação Ambiental integrada a coleta seletiva de lixo**. Monografia – Especialização em Educação Ambiental – UEPB, Campina Grande, PB, 1995.

TOZZONI-REIS, M.F. **Temas ambientais como "temas geradores":** contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. Edu. Rev.,n.27, p.93-110, jun. 2006.

________.**Educação Ambiental:** natureza, razão e história. Campinas: Autores Associados, 2004.

CAPÍTULO 2

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA: UTILIZAÇÃO DE UMA OFICINA DE POLÍMEROS COMO RECURSO FACILITADOR NA APRENDIZAGEM

Data de aceite: 21/07/2021

Data de submissão: 04/05/2021

Douglas de Oliveira Pantoja
Universidade do Estado do Pará - UEPA, Belém-PA.
http://lattes.cnpq.br/2116528862485031

Rhian Barroso Garcia
Universidade do Estado do Pará - UEPA, Belém-PA.
http://lattes.cnpq.br/6951105096712091

Fabricio Carvalho Nogueira
Universidade do Estado do Pará - UEPA, Belém-PA.
http://lattes.cnpq.br/6036238985658597

Karolina Ribeiro dos Santos
Universidade do Estado do Pará - UEPA Belém-PA.
http://lattes.cnpq.br/5904347910064435

Maria Dulcimar de Brito Silva
Universidade do Estado do Pará - UEPA, Belém-PA
http://lattes.cnpq.br/9320177059898828
https://orcid.org/0000-0001-5556-6173

RESUMO: Em meio a diversas discussões que ocorrem ao longo do tempo referentes a temas de diferentes disciplinas, a Educação Ambiental tornou-se fundamental para a formação cidadã tendo em vista os problemas referentes à preservação. No estudo da Química, um tema evidente e importante a ser trabalhado em sala de aula com alunos é a identificação de polímeros, especificamente os plásticos, já que, um grande agravante atual para problemas ambientais em alta é a poluição de rios, lagos e mares através da grande quantidade do material não biodegradável, despejada de maneira inconsciente. Neste sentido, formas de reciclagem e reutilização podem ocorrer através de informações socializadas dentro das escolas. Assim, o objetivo deste trabalho foi propor uma metodologia de identificação de polímeros (plásticos) e informar suas especificidades através de testes experimentais de fácil realização e como ocorre o reaproveitamento ou reciclagem do objeto, realizando a contextualização do assunto com o meio ambiente. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará com graduandos do curso de licenciatura em Química e visou o caráter qualitativo descritivo com o emprego de dados não sofisticados obtidos através de um questionário. Foi possível observar que a prática experimental contribui significativamente na socialização de assuntos como a Educação Ambiental e auxilia no entendimento da disciplina de Química, já que muitos alunos têm dificuldades na relação interdisciplinar; além disso, conceitos desconhecidos pelos graduandos possibilitaram, após a prática, uma evolução na percepção do assunto gerando o interesse em disseminar a consciência ecológica nos alunos.

PALAVRAS - CHAVE: Ensino de Química. Educação Ambiental. Polímeros

ENVIRONMENTAL EDUCATION IN CHEMISTRY TEACHING: USE OF A POLYMER WORKSHOP AS A FACILITATING RESOURCE IN LEARNING

ABSTRACT: In the midst of several discussions that take place over time regarding themes from different disciplines, Environmental Education has become fundamental for citizen education in view of the problems related to preservation. In the study of Chemistry, an evident and important topic to be worked on in the classroom with students is the identification of polymers, specifically plastics, since, a major current aggravating factor for rising environmental problems is the pollution of rivers, lakes and seas through the large amount of non-biodegradable material, unconsciously dumped. In this sense, forms of recycling and reuse can occur through socialized information within schools. Thus, the aim of this work was to propose a methodology for the identification of polymers (plastics) and to inform their specificities through easy-to-perform experimental tests and how the object is reused or recycled, contextualizing the subject with the environment. The research was carried out at the Chemistry Laboratory of the University of the State of Pará with undergraduate students in the Chemistry degree course and aimed at the descriptive qualitative character with the use of unsophisticated data obtained through a questionnaire. It was possible to observe that the experimental practice contributes significantly in the socialization of subjects such as Environmental Education and helps in the understanding of the discipline of Chemistry, since many students have difficulties in the interdisciplinary relationship; in addition, concepts unknown to undergraduate students allowed, after practice, an evolution in the perception of the subject, generating interest in disseminating ecological awareness among students.
KEYWORDS: Chemistry teaching. Environmental education. Polymers.

1 | INTRODUÇÃO

Em 1973, no Brasil, com a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente, houve a adoção Institucional da Educação Ambiental (EA), se consolidou na Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938/1981, na Constituição Federal do Brasil de 1988, na Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9.795, sancionada em 1999; e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA), Resolução nº 2 de 15 de junho de 2012, Parecer CNE/CP nº 14/2012. Especificamente na DCNEA (2012), através de projetos pedagógicos e institucionais nos níveis da Educação Básica e Superior, a Educação Ambiental deve estar presente de maneira integrada e articulada.

A Educação Ambiental é de grande importância para mudança do crescente quadro de degradação ambiental e de uso desregrado de recursos naturais, e no que se trata do estudo de Ciências, segundo Zuin (2011), o papel de educar ambientalmente os alunos é papel do professor, mas que envolve um processo integral de participação social nas transformações. Sendo assim, questões que se relacionam ao assunto Meio Ambiente e sua preservação devem ser aprendidas para que todo o conhecimento adquirido seja socializado com outras pessoas, seja por projetos produzidos ou através de conversas informais.

Análogo ao assunto, os PCN- Parâmetros Curriculares Nacionais- (BRASIL, 2002) atribuem ao estudo no Ensino Básico e Fundamental que a contextualização no ensino de Química deve visar aumentar o interesse dos alunos, bem como relacionar e observar a disciplina de maneira presente nas suas vidas. E, além disso, destaca-se o papel das escolas, professores e comunidades sociais à mobilização para enfrentarem questões sociais e problemas que necessitam serem discutidos (GAUTHIER et al, 1998), como por exemplo a Educação Ambiental.

Um assunto bastante discutido recentemente que relaciona diretamente a Química com a ideia de Educação Ambiental é o estudo de Polímeros, especificamente os Plásticos. Segundo dados da World Bank Group (2018), 12% da composição do lixo global é representada pelo descarte de plásticos não biodegradáveis, derivados de hidrocarbonetos fósseis. A grande preocupação atual através do acúmulo destes dejetos plásticos gera consequências que afetam rios e mares, terra e mais de 700 espécies de animais (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2018). E, segundo Santos e Schnetzler (2003), o ensino de química contribui de forma crítica e tem um papel importante nas transformações e compreensões do meio ambiente.

Os polímeros são macromoléculas caracterizadas por seu tamanho e sua estrutura química, possuem unidades químicas que se repetem ao longo da cadeia e podem ser naturais como a seda e a celulose, ou sintéticos, como Polipropileno (PP), Politereftalato de Etileno (PET), Policloreto de Vinila (PVC) e outros. Os polímeros também se classificam quanto a serem orgânicos ou inorgânicos, sendo a primeira classe, os mais estudados (AKCELRUD, 2007).

O surgimento do plástico propiciou diversas aplicações na sociedade, revolucionando o modo de produção industrial, oportunizando a invenção de diversos materiais utilizados atualmente (SANTOS; MÓL, 2010). De acordo com o Dicionário de Polímeros (ANDRADE et al., 2001), plástico é "o termo geral dado a materiais macromoleculares que podem ser moldados por ação de calor e/ou pressão". Diante disso, observa-se a gama de materiais que pode ser produzida com esse tipo de polímero.

A separação dos diferentes polímeros sintéticos na reciclagem é importante pois exime que ocorra discordância entre os tipos de polímeros existentes que serão reutilizados, bem como, dependendo das características e especificidades de cada plástico, se o produto desse material reciclado será de baixa qualidade (MORTIMER; MACHADO, 2010).

A finalidade do trabalho é de propor o conhecimento específico sobre a Química Orgânica e o estudo de polímeros, utilizando-se procedimentos sistemáticos para a identificação de alguns polímeros e a interação humana com a Educação Ambiental, além de investigar a concepção dos futuros docentes em química, quanto à utilização da prática experimental para a aprendizagem de polímeros.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa visa o caráter qualitativo descritivo (MINAYO E SANCHES, 1993) que contará com o emprego de dados estatísticos não sofisticados e do apoio quantitativo (TRIVIÑOS, 2008). Foi aplicada e desenvolvida em forma de oficina no Laboratório de Química da Universidade do Estado do Pará (UEPa) com graduandos do primeiro semestre do curso de Licenciatura em Química da Universidade, sendo a metodologia utilizada para a aplicação do trabalho dividida em momentos específicos.

No primeiro momento, a turma foi dividida em 5 grupos de 4 alunos. À princípio apresentou-se os conceitos relacionados ao conhecimento dos diferentes plásticos, tais como Politereftalato de Etileno (PET), Polipropileno (PP), Policloreto de Vinila (PVC), Polietileno de alta densidade (PEAD) e Poliestireno (PS). Para isso, os discentes tiveram acesso às amostras desses polímeros. A figura 1 exemplifica os polímeros destacados. Além disso, apresentou-se a estrutura química dos diversos polímeros e especificidades de cada material, bem como a aplicação de cada um no cotidiano, desenvolvendo, dessa forma, a contextualização da temática.



Figura 1- Amostras dos polímeros utilizados.

Fonte: Os autores, 2019.

No segundo momento, exemplificou-se o método de identificação laboratorial por densidade (EHRIG; CURRY, 1992), já que um dos métodos utilizados por empresas para a reciclagem de polímeros ocorre desta forma. No laboratório, cada grupo foi responsável por identificar os 5 diferentes tipos de polímeros distribuídos anteriormente. Para isso, foi disponibilizado aos graduandos uma tabela de identificação por características de densidade de cada material, tendo em vista a definição dos tipos de plásticos distribuídos para cada grupo, condizente com o objetivo do trabalho aplicado.

No terceiro, e último momento, foi disponibilizado um questionário para verificar a concepção dos discentes em relação à importância da identificação de diferentes plásticos incluídos no cotidiano humano, bem como sua influência no meio, a importância da reciclagem e o seu reaproveitamento, além de aprimorar o conhecimento químico acerca destes materiais, visando a importância da educação ambiental na formação de professores.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos questionários, foi perguntado sobre a importância da Educação Ambiental (EA) envolvendo a temática de polímeros e sustentabilidade. De forma unânime, 100% dos discentes afirmaram que é de fundamental importância ter consciência sobre o assunto descrito acima, a fim de minimizar o descarte inapropriado de plásticos. Conforme Dias (2002), a EA impulsiona o exercício pleno da cidadania, além de retomar valores que tornam a sociedade mais justa e sustentável. Dessa maneira, a EA pode ser vista como uma alternativa que estimule mudanças das atitudes na relação da sociedade para com o meio ambiente, promovendo um processo educativo interessado na formação da criticidade do sujeito.

Ademais, na segunda pergunta, os discentes foram questionados se a Oficina experimental de Identificação de Polímeros foi relevante para a aprendizagem da temática proposta, uma vez que teve a finalidade de destacar a importância da Educação Ambiental no Ensino de Química. A partir dos dados obtidos, 85% responderam que a prática realizada é bastante relevante como demonstra o gráfico 1, para o Ensino de Polímeros e Química, pois contextualiza e auxilia na compreensão do assunto abordado em sala de aula e, no que se relaciona às atividades experimentais. Segundo Fujita, Martins e Millan (2019), o processo de ensino aprendizagem se torna mais dinâmico, diversificado e interativo quando se utiliza a experimentação, pois facilita a abordagem do assunto a ser tratado pelo professor, sendo este método mais eficaz, se comparado à metodologia tradicional de ensino.

Por outro lado, 15% dos entrevistados consideraram pouco relevante, além disso destacam o pouco tempo que o professor de química possui para cumprir o conteúdo programático proposto nas escolas de ensino básico. A Figura 2 representa os valores obtidos. Na visão de Santos e Schnetzler (2003), a discussão dos Temas Sociais articulados ao Ensino de Química é uma possibilidade para auxiliar na compreensão dos problemas em que a sociedade se encontra inserida.

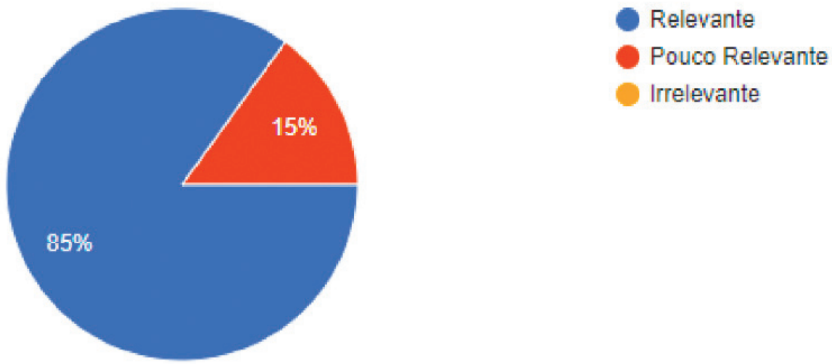


Figura 2 - Gráfico da Relevância da Oficina de Identificação de Polímeros para a Educação Ambiental no Ensino de Química

Fonte: os autores (2019)

Além disso, questionou-se aos alunos se fariam uso da temática de polímeros em suas aulas futuras, com o intuito de abordar a importância da Educação Ambiental. 55% responderam que irão utilizar desta temática em suas aulas. Ademais, 35% não especificaram e 10% responderam que não utilizariam o assunto abordado para ministrar suas aulas. De acordo com o pensamento de Santa Maria et al. (2002), partindo de um bom aprendizado de química os educandos podem tornar-se cidadãos mais críticos diante das situações do cotidiano e das questões ambientais. A figura 3 representa os valores obtidos.

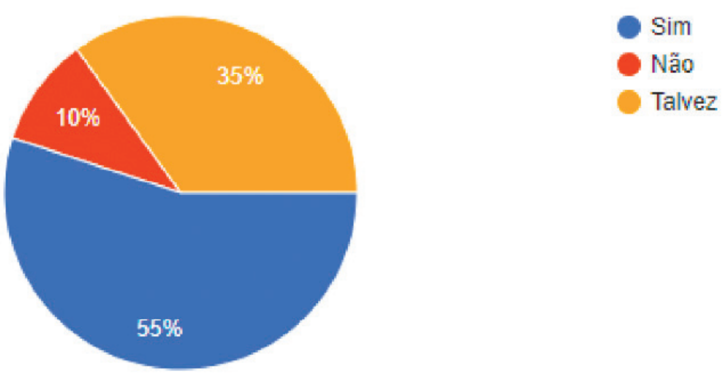


Figura 3 - Gráfico do questionamento se os discentes utilizariam a temática Polímeros em suas futuras aulas, como forma de abordar a Educação Ambiental

Fonte: Os autores (2019)

Segundo afirmam Canesim et al. (2010), o professor de química possui papel relevante no ensino, pois atua como mediador da compreensão dos conteúdos de químicas e suas relações com temas ambientais, desenvolvendo a partir de um trabalho didático-pedagógico, meios para a transformação do indivíduo.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados obtidos, destacou-se a importância da inserção da Educação Ambiental no Ensino de Química, uma vez que a mesma possibilita um olhar mais crítico e sustentável de diversos temas sociais. Além disso, o uso da prática experimental de identificação de polímeros foi essencial para aperfeiçoar os conhecimentos de química dos educandos. A experimentação é capaz de desenvolver uma aula mais participativa e satisfatória, pois proporciona uma melhoria na relação entre professores e alunos, tal como estimula a busca por conhecimentos.

Ademais, destaca-se a formação cidadã do indivíduo, que é indispensável no âmbito social, tornando-o crítico quando se refere a problemas ambientais vivenciados em meio a sociedade, sendo capaz de intervir ativamente nessas determinadas questões. Dessa forma, o professor em formação, torna-se mais capacitado, com possibilidades de desenvolver metodologias que promovam, em suas aulas, a consciência ambiental.

REFERÊNCIAS

AKCELRUD, L. **Fundamentos da ciência dos polímeros.** 1ª Ed. Editora Manole Ltda: Barueri-SP, 2007.

ANDRADE, C.T.; COUTINHO, F.M.B.; DIAS, M.L.; LUCAS, E.F.; OLIVEIRA, C.M.F. e TABAK, D. **Dicionário de polímeros**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN + Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/SEMT, 2002.

CANESIN, F.P.; SILVA, O.C.V.; LATINI, R.M. O olhar de um licenciando para o ensino de química e a educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**, v.3, n. 2, p.50-60, 2010.

DIAS, G.F. **Antropoceno: iniciação à temática ambiental**. São Paulo: Gaia, 2002.

EHRIG R. J.; CURRY M. J. **Plastics Recycling: Products and Processes**. Nova York: Oxford University Press, 1992.

FUJITA, A. T.; MARTINS, H. L.; MILLAN, R. N. Importância das práticas laboratoriais no Ensino de Ciências da Natureza. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. Curitiba, v. 2, n. 2, p. 721-731, abr./jun. 2019. Disponível em: https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/1722. Acesso em: 27 nov. 2020.

GAUTHIER et al. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.

MINAYO, M.C.S. e O. SANCHES (1993). Qualitativo-quantitativo: oposição ou complementaridade. **Caderno de Saúde Pública**, 9, 3, 237-248.

Ministério da Educação - Conselho Nacional de Educação; Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental: CNE/CP, 2012.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química 3**. 1. Ed. São Paulo: Scipione, 2010.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **Para os bichos, o plástico transforma o oceano em um campo minado.** 2018. Disponível em: https://www.nationalgeographicbrasil.com/2018/05/animais-plastico-uso-unico-oceanos-lixo. Acesso em: 27 nov. 2020.

SANTA MARIA, L.C.; AMORIM, M. C.V.; AGUIAR, M.R.M.P.; SANTOS, Z.A.M.; CASTRO, P.S.C. B.G.; BALTHAZAR, R.G. Petróleo: um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 19-23, 2002.

SANTOS,, W.L.P. E SCHNETZLER, R.P. **Educação em química: compromisso com a cidadania.** Ijuí-RS: Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S. **Química cidadã: química orgânica, eletroquímica, radioatividade, energia nuclear e a ética da vida** - 1. Ed. V.3. São Paulo: Nova Geração, 2010.

TRIVIÑOS, A.N.S. (2008). **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas.

ZUIN, V. G. **A inserção da dimensão ambiental na formação de professores de química.** Campinas, SP: Editora Átomo, 2011.

WORLD BANK GROUP. Annual Report 2018. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development, 2018.

CAPÍTULO 3

NATUREZA EM FOCO: EXPERIÊNCIAS LÚDICAS DE APRENDIZAGENS

Data de aceite: 21/07/2021
Data de submissão: 05/07/2021

Cristiane Santana de Arruda
Universidade do Estado de Mato Grosso
Cáceres-MT
https://orcid.org/0000-0002-4625-2073

Mônica de Almeida Ribas
Universidade do Estado de Mato Grosso
Cáceres-MT
https://orcid.org/0000-0002-9119-591X

RESUMO: Este trabalho objetiva relatar a experiência de um projeto pedagógico realizado com duas turmas da fase pré-escolar da Escola Municipal de Educação infantil Pequeno Sábio, localizada em Cáceres - MT. O projeto foi realizado entre maio e outubro do ano de 2019. Inicialmente, para a elaboração do referido, foram realizados estudos bibliográficos de trabalhos anteriores, que discutem educação ambiental e saúde, criança e ludicidade, como: Klisys (2010); Hubner (2001) e Louv (2016); tais referências foram combinadas com documentos que direcionam o currículo na Educação infantil, sendo: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação infantil (DCNEI, 2009) e a Base Nacional Comum Curricular, em texto específico para a Educação infantil (BNCC, 2017). O propósito do projeto foi de proporcionar aos envolvidos situações significativas e lúdicas de aprendizagens, valorizando a natureza, saúde e o espaço onde vivem. Foram utilizadas metodologias lúdicas e de diálogo com as crianças para que as mesmas participassem ativamente de todas as etapas de execução do projeto. Como resultado, em conversas, observações e relatórios pedagógicos dos alunos verificou-se que o objetivo foi alcançado, pois foi perceptível a evolução do nível de conhecimento dos mesmos referente ao tema; além disso, observou-se o senso de pertencimento e de valorização em relação ao espaço onde vivem e de como se compreendem como sujeitos responsáveis pela preservação e transformação da natureza.

PALAVRAS - CHAVE: Aprendizagem, educação infantil, natureza.

NATURE IN FOCUS: PLAYFUL LEARNING EXPERIENCES

ABSTRACT: This work objective report the experience of a pedagogical project realized with two preschool class of the municipal school of child education Pequeno Sabio, located in Cáceres-MT. The Project was realized between may and october of 2019. Initially for the elaboration, was realized bibliographic studies of previous works that discuss environmental education and health, child and playfulness, like: klisys (2010; Hubner (2001) and Louv (2016), such references were combinated with documents that direct the curriculum in early child education, being: Diretrizes Curriculares Nacional para a Educação infantil (DCNEI, 2009) and the Base Nacional Comum Curricular, in specifics text for child education, (BNCC, 2017). The proposito of the Project was provided to the involved meaningful and playful learning situations, valuing the nature, health and the space Where They live. Were used

playful and dialogue methodologies with the children o that they actively participate in all stages of the project's execution. AS a result, in conversatioins, observations and pedagogical reports of the students, the object was achived, because it was noticeable the evolution of knowledge level of the things relative to the theme, moreover, it was observed the sense of belonging and valuation in relation to the space where they live and how they understand themselves as subjects responsible for preservation and transformation of nature
KEYWORDS: Learning, early childhood education, nature.

1 I INTRODUÇÃO

Logo no início do ano letivo, após o período de observação de um mês, visando detectar os conhecimentos já adquiridos pelas crianças, nos deparamos com questões que mereciam atenção especial com os alunos de duas turmas em fase pré-escolar da Escola Municipal de Educação Infantil Pequeno sábio. Após essa observação inicial, foi identificado que algumas competências de aprendizagem precisavam ser dialogadas dentro do espaço escolar, tal como, por exemplo, a relação dos mesmos com o meio ambiente e a saúde. As ações relatadas pelos mesmos em roda de conversa, juntamente com as observações reforçaram a necessidade da realização de um projeto que englobasse saúde, e meio ambiente atreladados à qualidade de vida. As principais dificuldades encontradas foram: não depositar o lixo no lugar correto, hábitos inadequados de alimentação, curiosidades em conhecer alguns pontos turísticos naturais da nossa região.

Diante de todo esse contexto elaborou-se o projeto em questão. Pensou-se em formas de trabalhar a relação do ser humano com o meio ambiente e aq saúde, ao mesmo passo não deixando à margem o cunho lúdico presente na educação infantil.

Para elaboração do projeto nos debruçamos em alguns autores, como: Klisys (2010), que discute a importância da brincadeira na infância e o envolvimento concreto e lúdico dessas com o meio ambiente; Hubner (2001), que discute a necessidade do professor proporcionar situações de investigações exploratórias do aluno na natureza, ao invés de lhe dar respostas prontas, e Louv (2016), que, ao demonstrar resultados de suas pesquisas em escolas Canadenses, evidencia a importância e os benefícios da escola possibilitar momentos intensos de interação entre a criança e o meio ambiente. Essas produções foram relacionadas com documentos oficiais que orientam o currículo na Educação infantil, as Diretrizes Curriculares Nacional para a Educação infantil (DCNEI, 2009) e a Base Nacional Comum Curricular, em texto específico para a Educação infantil (BNCC, 2017).

O projeto obteve momentos de muitos aprendizados divididos em etapas e envolvendo sempre a participação ativa dos alunos, mesmo nos referindo às crianças pequenas. Ao final do projeto, a avaliação que ocorreu com a participação de todos os envolvidos foi julgada satisfatória e prazerosa.

2 I CONHECENDO A REALIDADE E ELABORANDO O PROJETO

No início do ano letivo de 2019, após o primeiro mês de aula com as turmas da fase pré-escolar da EMEI Pequeno Sábio, turma de 5 anos, as professoras regentes perceberam situações de comportamento entre os alunos que causaram preocupações. Alguns desses alunos não possuíam o hábito de depositar o lixo no lugar devido, possuíam hábitos alimentares poucos saudáveis e não demonstravam interesse em ações de preservação do espaço onde viviam.

As duas professoras regentes das turmas distintas então propuseram elaborar um projeto que contemplasse essas dificuldades e que não perdesse o caráter lúdico da Educação infantil. O primeiro passo constituiu-se em levantamento bibliográfico para verificar literatura que discutisse a relação do homem, natureza e saúde no âmbito educacional. A situação foi dialogada com os alunos que mesmo sendo crianças pequenas aceitaram a ideia, o diálogo foi estendido às famílias desses alunos, bem como a gestão da escola. Projeto aceito, nos concentramos na execução.

Levamos em consideração as definições sobre o que é currículo, localizamos nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Infantil que o mesmo é

> Conjunto de práticas que buscam articular as experiências e os saberes das crianças com os conhecimentos que fazem parte do patrimônio cultural, artístico, ambiental, científico e tecnológico, de modo a promover o desenvolvimento integral de crianças de 0 a 5 anos de idade. (DCNEI, 2009, p.12).

Nos apropriamos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) a qual propõe em texto específico para a Educação infantil, seis direitos de aprendizagens, sendo: conviver, brincar, participar, explorar, expressar e conhecer-se. Nesse sentido, construir com a criança diálogos nos quais o mundo seja visto como espaço social e que, para tal, o respeito ao meio ambiente é de extrema necessidade, onde os mesmos possam explorar e se conhecer como sujeito transformador do espaço onde vivem, e acaba se configurando também como direito de aprendizagem.

Sobre a questão de saúde e bem estar em ambientes escolares, de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação infantil:

> A proposta pedagógica das instituições de Educação Infantil deve ter como objetivo garantir à criança acesso a processos de apropriação, renovação e articulação de conhecimentos e aprendizagens de diferentes linguagens, assim como o direito à proteção, à saúde, à liberdade, à confiança, ao respeito, à dignidade, à brincadeira, à convivência e à interação com outras crianças. (DCNEI, 2009, p. 13).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a educação infantil orientam no sentido em que as brincadeiras, experiências e interações devem fazer parte da organização do ensino na educação infantil, atendendo os princípios e objetivos da respectiva modalidade de ensino. Tratando-se desses aspectos, proporcionar as atividades que envolvam

experimentação e vivência, devem fazer parte da rotina da criança, dentro do âmbito escolar bem como experiências fora do ambiente escolar. Desta forma, garante-se a articulação das aprendizagens, valorizando os espaços e o ambiente.

3 | EXECUÇÃO

O projeto foi executado entre maio e outubro do ano de 2019. Foi sugerido aos alunos que aceitaram a ideia, bem como aos familiares desses alunos.

Após o projeto escrito e aceito, iniciamos sua execução. Em primeiro momento, em roda de conversa com esses alunos, dialogamos sobre a importância da preservação da natureza, reservando momentos para que pudessem expressar suas opiniões, assim como orienta a (BNCC, 2017, p. 45) em seu objetivo de aprendizagem (EI03EO04): "Comunicar suas ideias e sentimentos a pessoas e grupos diversos". O intuito sempre foi de colocar o aluno como sujeito transformador e responsável pelo espaço onde vivem.

As atividades foram diversas, relataremos neste trabalho somente as principais. Além da abordagem lúdica e exploratória, nos aproximamos também de conceitos do método Freiriano de ensino[1], partindo do pressuposto do que é mais próximo ao aluno, comum em seu dia a dia para a partir daí sistematizar as formas de diálogo com conteúdo.

Realizamos inicialmente um passeio pela própria escola, local de vivência dessas crianças, muitos já a conheciam, porém nossa nova proposta sugeria um olhar mais atento e diferenciado, com o objetivo desses alunos se sentirem parte constituinte desse ambiente e de sensibilizá-los para o cuidado e preservação do espaço.

Rodas de histórias foram realizadas e, em uma delas, a história do "Grande rabanete" contada através da "lata de história", um recurso pedagógico bastante utilizado em nosso espaço escolar. Também apresentamos e conversamos sobre uma lenda urbana difundida na cidade de Cáceres, "A lenda do minhocão" e com isso já abordando tema regional típico pantaneiro, tendo em vista que nossa cidade compõe parte da região pantaneira do estado de Mato Grosso. Nessa atividade, foi possível a confecção de uma cobra gigante, personagem principal da lenda, sendo construída em TNT (tecido-não-tecido), e o resultado foi um brinquedo gigante de 3 (três) metros de comprimento, e todos puderam se divertir com o mesmo.

Além de rodas de conversas, de histórias, diálogos sobre fauna e flora, que foram realizados, propusemos aos alunos um plantio de um exemplar de árvores ao entorno da nossa escola; plantamos um pezinho de limão (*Citrus limon*), porém, antes, foi demonstrado aos alunos quais partes compunham a planta, raízes, caule e folhas; vídeos e desenhos foram demonstrados com o intuito de observarem previamente as futuras flores e frutos. Nessa atividade, todos os dias os alunos se revezaram para regar a plantinha e, para além, os alunos eram instigados a conversar com a planta, dizendo palavras de carinho todos

1 Ver em: Caio Back, revista Andragogia Brasil: https://andragogiabrasil.com.br/metodo-paulo-freire-de-alfabetizacao/.

os dias para a mesma. Apesar de não haver muitas pesquisas científicas sobre o assunto, alguns aspectos benéficos podem ser percebidos pelo menos para quem o pratica.[2]

Saladas de frutas eram servidas semanalmente durante o projeto, cada aluno trazia uma porção pequena de fruta, os mesmos as higienizavam e auxiliavam na preparação da salada; além de estimular hábitos alimentares mais saudáveis as crianças puderam conhecer diferentes tipos de frutas, já que eram diversificadas. Sempre era conversado sobre as cores das frutas, sabor, sua letra inicial, entre outros.

As frutas se tornaram uma excelente ferramenta para o processo de ensino aprendizagem e, a partir delas, foi realizado o desfile das frutas; confeccionamos desenhos de diversas frutas, de A a Z, cada aluno desfilava no pátio com um desenho, e numa brincadeira todos passavam a conhecer o nome das mesmas; as professoras falavam um pouco de suas propriedades nutricionais e às vezes terapêuticas.

Realizou-se parceria com um profissional da área da educação física para uma aula aeróbica com toda a comunidade escolar, participaram pais e alunos, foram enfatizados os cuidados que todos devem possuir com o corpo, saúde e ambiente; ao final desta aula organizada pelas professoras das turmas, houve partilha das frutas, e o *feedback* das famílias e crianças foi bastante positivo.

No mês de julho de 2019, com o apoio da Secretaria Municipal de Educação, juntamente com a Secretaria Municipal de Turismo da cidade, os alunos expuseram o referido projeto no Festival Internacional de Pesca de Cáceres - MT, o maior festival de água doce do mundo. No espaço, os alunos, além de exporem a importância do projeto ainda realizaram a pescaria saudável, com brinquedos de pescaria; cada visitante da barraca que “fisgasse” o peixe de brinquedo ganhava um pote de salada de frutas, que foi elaborada pelos próprios alunos com a supervisão das professoras.

O projeto teve culminância no mês de outubro, numa trilha realizada fora do ambiente escolar, na denominada Baía dos Malheiros, na cidade de Cáceres-MT, atendendo aos pedidos dos alunos para conhecerem pontos turísticos da região. Para essa atividade firmamos parceria com um grupo de biólogos de um projeto da nossa cidade, denominado “Bichos do Pantanal”, tivemos como objetivo oportunizar aos alunos situação para que observassem um dos espaços turísticos da nossa região, conhecendo algumas das faunas e pantaneira, bem como percebessem os impactos que a falta de cuidados poderia gerar nesse local.

Nesta atividade os alunos observaram várias espécies de animais que habitam o local, principalmente pássaros, bem como puderam observar as partes que compõem algumas espécies de plantas nativas da região, como o “Água pé” (*Eichhornia crassipes*). A trilha tem, em média, um quilômetro de extensão, e a todo momento havia auxiliares observando os alunos, integrantes do Projeto Bicho do Pantanal; ao final desta, às margens da Baía foi realizado um piquenique de encerramento e os alunos demonstraram

2 Ver em “Conversar”: https://www.osul.com.br/conversar-com-plantas-pode-ajudar-no-crescimento-delas/.

bastante felicidade. Nesta culminância pudemos perceber que “as crianças estão sempre “inaugurando” experiências acerca do mundo e encarando esses aprendizados com muita curiosidade e dedicação” (KLISYS, 2010, p. 19).

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Natureza em foco: experiências lúdicas de aprendizagem, confirma toda sua relevância pedagógica e social para as crianças ao percebermos a interação das mesmas com os objetos de aprendizagens e seus resultados satisfatórios e significativos percebidos pelas professoras, família e pelos próprios alunos.

A natureza exuberante do ecossistema de Cáceres trouxe, não somente para este projeto, mas também para a educação, uma grande oportunidade de exploração dos espaços com consciência e preservação, desde dentro da escola até espaços externos.

A relevância do trabalho foi abordada em uma grande roda de conversa com as crianças, as quais expuseram suas significações e impressões do projeto. Tudo registrado como forma de autoavaliação da participação do conjunto pedagógico e dos alunos. As falas constituídas pelas crianças, consideradas de importante relevância, demonstraram alegrias e compartilhamentos de evidências; nos fizeram perceber como que toda a dinâmica do projeto foi ampliada para além dos muros da escola.

Sendo assim, concluímos que a conscientização coletiva pode ser implantada através de ações que percebam na educação a esperança das modificações das relações comportamentais e sociais, através de ações e projetos que, além de atender os documentos referenciais norteadores, sensibilizem o sujeito para a transformação em cidadão emancipado em seu pensamento e constituído de valores mais responsáveis com o meio ambiente e saúde.

REFERÊNCIAS

BACK, Caio. Andragogia Brasil, especialistas em educação de adultos. **Método Paulo Freire de alfabetização**. s/d. Disponível em: <https://andragogiabrasil.com.br/metodo-paulo-freire-de-alfabetizacao/>. Acessado em: junho de 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil**. Brasília: MEC, 2009.

________. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** – Brasília: MEC/SEB, 2017.

HUBNER, L. A criança e os conhecimentos sobre a natureza e a sociedade. **Revista Avisa lá**, n. 6, 2001.

KLISYS, A. **Ciência, arte e jogo**: projetos e atividades lúdicas na Educação Infantil. São Paulo: Peirópolis, 2010.

LOUV, R. **A última criança na natureza – resgatando nossas crianças do transtorno de déficit de natureza**. 1. ed. São Paulo. Ed. Aquariana, 2016.

SEM AUTOR. **Conversar com plantas pode ajudar no crescimento delas?** Disponível em: <https://www.osul.com.br/conversar-com-plantas-pode-ajudar-no-crescimento-delas/>. Acessado em: junho de 2021.

CAPÍTULO 4

CANINDÉ: UM PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA FOCADA NO MEIO AMBIENTE

Data de aceite: 21/07/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Rebecca Perin Sarmento
Faculdade de medicina do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA
Anápolis – Goiás
http://lattes.cnpq.br/5835598934483479

Kálita Oliveira Lisboa
Faculdade de medicina do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA
Anápolis – Goiás
http://lattes.cnpq.br/2231070705360534

Beatriz Chaveiro do Carmo
Faculdade de medicina do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA
Anápolis – Goiás
http://lattes.cnpq.br/0615873336619682

Gustavo Felipe Assunção
Faculdade de medicina do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA
Anápolis – Goiás
http://lattes.cnpq.br/1081772868195267

Isabela Perin Sarmento
Faculdade de medicina do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA
Anápolis – Goiás
http://lattes.cnpq.br/8668027259447077

Davi Borges de Carvalho
Faculdade de medicina do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA
Anápolis – Goiás
http://lattes.cnpq.br/1101748607207334

Ana Clara Hajjar
Faculdade de medicina do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA
Anápolis – Goiás
http://lattes.cnpq.br/4759834427093966

Eliabe Roriz Silva
Faculdade de medicina do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA
Anápolis – Goiás
http://lattes.cnpq.br/0018510296697598

Josana de Castro Peixoto
Professora titular da faculdade de ciências biológicas do Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA
http://lattes.cnpq.br/1480725200366013

RESUMO: Com um cenário preocupante de desmatamento florestal no estado de Goiás, formou-se um ambiente propício para a evolução de ações extensionistas voltadas para o reflorestamento. O objetivo da presente pesquisa é relatar a experiência dos acadêmicos de medicina do Centro Universitário de Anápolis a respeito de atividades de campo e teóricas desenvolvidas a partir do Projeto de Extensão Canindé. Este é realizado em Anápolis-GO, com durabilidade anual. Foi realizada uma aliança entre o curso de medicina e ciências biológicas da UniEVANGÉLICA, com o apoio da prefeitura municipal, que ofereceu as mudas. Propôs-se o plantio de 2.000 mudas, além da realização de atividades teórico-científicas. Os locais de plantio foram espaços livres dentro da UniEVANGÉLICA, Colégio Couto Magalhães, Unidade Experimental

e Instituto Cristão Evangélico de Goiás. O projeto conta com 193 alunos divididos em 9 grupos. Cada grupo é responsável pelo plantio de pelo menos 24 mudas em 1 mês. Entretanto, a pandemia de COVID-19 impossibilitou a continuação do programa integralmente. O plantio foi prorrogado, mas deu-se continuidade do projeto por aulas via Google Meets. Após recesso, o projeto está delineado para o segundo semestre de 2020. Além de aulas abordando assuntos como etnoconhecimento, manejo de plantas e epigenética, programou-se uma atividade sobre Pegada Ecológica e trabalhos científicos sobre o projeto. Os participantes obtiveram grande conhecimento sobre a importância que o meio ambiente tem sobre a saúde e o impacto negativo que nossos hábitos têm sobre ele. Essa consciência é fundamental para a formação de profissionais que se preocupam com o ambiente.
PALAVRAS - CHAVE: Conservação dos recursos naturais, Meio Ambiente e Saúde Pública, Extensão Comunitária.

CANINDÉ: A UNIVERSITY EXTENSION PROJECT FOCUSED ON THE ENVIRONMENT

ABSTRACT: With a worrying scenario of deforestation in the state of Goiás, a favorable environment was created for the evolution of extension actions aiming for reforestation. The purpose of this research is to report the experience of medical students at the Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA regarding field and theoretical activities developed by Canindé Extension Project. It is accomplished at Anápolis, with annual durability. An alliance was made between the medical and biological sciences courses at UniEVANGÉLICA, with the support of city hall, that offered the seedlings. It was proposed to plant 2.000 seedlings, in addition to theoretical and scientific activities. The planting sites were free spaces within UniEVANGÉLICA, Colégio Couto Magalhães, Unidade Experimental and Instituto Evangélico Cristão de Goiás. The project has 193 students divided into 9 groups. Each group is responsible for planting at least 24 seedlings in one month. However, the COVID-19 pandemic made it impossible to continue the program entirely. Planting was extended, but the project continued through classes via Google Meets. After recess, the project is designed for the second half of 2020. In addition to classes on subjects such as ethno-knowledge, plant management and epigenetics, an activity on Ecological Footprint and scientific work on the project was programmed. The participants gained great knowledge about the importance that the environment has on health and the negative impact that our habits have on it. This awareness is fundamental for the training of professionals who care about the environment.
KEYWORDS: Conservation of Natural Resources, Environment and Public Health, Community-Institutional Relations.

INTRODUÇÃO

O Cerrado Brasileiro tem grande importância socioeconômica e ambiental, correspondendo ao segundo maior bioma da América do Sul. Entretanto apenas 8,6% de toda a sua extensão é resguardada por unidades de conservação das três esferas governamentais brasileiras (federal, estadual e municipal) (BRASIL, 2015). O avanço da atividade agropecuária e outras atividades econômicas que tem como base o uso do

solo, principalmente após a década de 1970, está intrinsecamente associada ao grande desmatamento em um intervalo curto de tempo, o que garantiu ao bioma Cerrado a entrada no grupo dos *hotspots* da biodiversidade mundial (BRASIL, 2015).

A partir desse cenário crítico, cria-se a necessidade de desenvolvimento de ações voltadas para o reflorestamento, uma vez que é previsto pela Constituição Federal Brasileira o direito universal a um meio ambiente equilibrado ecologicamente, sendo a preservação uma responsabilidade pública e coletiva (BRASIL, 1988). Assim, é imprescindível que as ações ambientais sejam fundamentadas pela educação e ciência, o que destaca o ambiente acadêmico científico como importante berço para as intervenções ecológicas (MIRANDA, 2016).

Segundo Silva, Ribeiro e Silva Júnior (2013), a formação na área da saúde desenvolvida associada com ações extensionistas, induz a produção de novas práticas de cuidado e formação integral, observando além do aprendizado técnico, a formação ética, compromisso social e responsabilidade cidadã. Para Rodrigues, et al (2013) os projetos extensionistas possibilitam fortalecimento da relação sociedade-universidade, acarretando melhora na qualidade de vida do cidadão. Além disso, de acordo com Silva, et al (2019), a extensão faz com que o estudante se insira no seio da população, permitindo assim uma real noção do quanto pode ajudar, e principalmente aprender. Isso pode ser traduzido como benefícios no âmbito social e científico. Nesse sentido, apresentamos uma relevância ambiental com nosso projeto extensionista Canindé, uma vez que engloba a plantação de 2.000 árvores ao ano juntamente com um processo de conscientização acerca do meio ambiente, assim como significativa importância social/interpessoal, devido ao processo de trabalho conjunto com outros cursos da universidade em questão.

Destaca-se o alinhamento do Projeto de Extensão Canindé com a Política Nacional de Florestas (PNF), que de acordo com Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2000) objetiva além de outros, fomentar atividades de reflorestamento, estimular a proteção da biodiversidade e dos ecossistemas, reprimir desmatamentos ilegais e extração predatória de produtos e subprodutos florestais. Além disso, observa-se também o emparelhamento do projeto extensionista citado com o Programa Cerrado Sustentável, que de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2003) objetiva principalmente a conservação, recuperação e o manejo sustentável de ecossistemas naturais, bem como a valorização e o reconhecimento de suas populações tradicionais, buscando condições para reverter os malefícios causados ao bioma Cerrado.

Dessa forma, evidencia-se que o presente trabalho tem como objetivo relatar a experiência de acadêmicos de medicina do Centro Universitário de Anápolis a respeito de atividades de campo e teóricas desenvolvidas a partir do Projeto de Extensão Canindé.

METODOLOGIA

Trata-se de um projeto realizado na cidade de Anápolis-GO, tendo suas atividades planejadas com durabilidade de um ano, com início em fevereiro de 2020 e término em fevereiro de 2021, com a possibilidade de prolongar esse período dependendo da adesão e dos resultados obtidos no primeiro ano do programa. Essa iniciativa tem como objetivo não só ampliar as atividades extensionistas disponíveis aos discentes, como também obter um impacto relevante e efetivo, gerando mudanças para a população e também conscientizando mais pessoas sobre a relevância do cuidado com o ambiente e do impacto que este tem na saúde da população.

O projeto foi idealizado por discentes e para discentes. No entanto, o apoio dos docentes sempre foi proporcionado, inclusive, em associação com docentes do curso de ciências biológicas e docentes responsáveis por atividades extensionistas. Formou-se, assim, uma aliança entre o curso de ciências biológicas e o curso de medicina do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, além do apoio proporcionado pela própria prefeitura do município anapolino, promovendo a proposta de plantar 2.000 mudas anualmente e realizar atividades de cunho teórico-científico com o objetivo de fornecer mais conhecimento aos discentes envolvidos.

Atualmente, o projeto conta com 193 alunos divididos em 9 grupos. Os acadêmicos foram selecionados através de um sorteio que foi realizado durante uma palestra de apresentação do programa, sendo que participaram deste evento alunos de diversos cursos. Inicialmente, foram disponibilizados 200 vagas sendo preenchidas por completo. Entretanto, alguns alunos não conseguiram iniciar o projeto por motivos particulares ou por desistência, chegando ao número de 193 integrantes. Os integrantes devem participar do processo de plantio, bem como das aulas teóricas, com a possibilidade de ser excluído do projeto aquele que não concluir 75% das atividades propostas. Cada um dos 9 grupos é liderado por um aluno, sendo que ele deve ser o elo entre o grupo e os organizadores, sendo de sua responsabilidade registrar a presença dos participantes e orientar a logística do plantio.

Em relação à atividade prática, as mudas foram fornecidas pela prefeitura através de um ofício que permitia a retirada das tais em um viveiro próximo ao Centro Universitário de Anápolis. Os locais disponibilizados para o plantio foram espaços livres dentro da UniEVANGÉLICA, Colégio Couto Magalhães, Unidade Experimental e no Instituto Cristão Evangélico de Goiás. Os grupos possuem a liberdade de determinar a data e hora programada para o plantio mensal, desde que fosse cumprida a meta de 24 mudas mensais plantadas por grupo. A divisão das tarefas entre os membros do grupo também era livre, sendo que uma proposta de repartição seria dividir os alunos nas seguintes tarefas: transporte das mudas e das ferramentas, realizar as medidas entre cada local de plantio e o alinhamento, cavar e plantar.

Em vista da pandemia, as atividades de plantio precisaram ser interrompidas, mas as atividades teóricas foram mais desenvolvidas, contando com 5 aulas ministradas através da plataforma virtual Google Meet iniciando em 28 de maio até dia 25 de junho. Foi dado aos alunos um período de férias para as atividades teóricas até setembro, sendo que as atividades práticas continuam suspensas até o dia 31 de dezembro de 2020 por motivos de biossegurança dos envolvidos, podendo ser prorrogado de acordo com as determinações das autoridades responsáveis.

RELATO DE EXPERIÊNCIA E RESULTADOS

O projeto Canindé demonstrou-se pioneiro no curso de medicina do Centro Universitário de Anápolis, uma vez que uniu os cursos de medicina e ciências biológicas em prol de um único objetivo: a ecologia e meio ambiente. Desse modo, a principal proposta do projeto foi o plantio de 2.000 mudas de árvores nativas do cerrado na cidade de Anápolis-GO. Além disto, aulas teóricas a respeito de temas atuais sobre o meio ambiente comporiam a carga horária do curso. Com todas essas atividades propostas, o projeto tem como objetivo específico beneficiar o meio ambiente da cidade de Anápolis - GO, incluindo a camada de ar, o solo, as águas, os animais, a vegetação e a população da cidade.

Os integrantes foram selecionados por meio de um sorteio na inaugural do projeto. Assim sendo, 193 voluntários ficaram responsáveis por colocar em prática os objetivos do Canindé. Para facilitar a dinâmica do plantio, foram feitos 9 grupos de 21 ou 22 pessoas. Estes ficaram responsáveis por 24 mudas de plantas por mês, sendo que cada grupo ficou encarregado de decidir a própria dinâmica em relação ao dia e ao horário.

As orientações básicas sobre plantio foram abordadas, para que este processo fosse mais efetivo e para que o resultado ficasse visualmente harmônico. Assim, as mudas deveriam ser plantadas a uma distância de 3 metros entre cada uma e de forma alinhada, sendo que a profundidade dos buracos dependia do tamanho das raízes e da espécie de cada muda. As ferramentas, como enxada e cavadeira, foram disponibilizadas pela equipe de serviços do Centro Universitário de Anápolis ou adquiridas pelos líderes do projeto e as mudas das plantas foram disponibilizadas pela Secretaria do Meio Ambiente Habitação e Planejamento Urbano da prefeitura do município de Anápolis. Nossas tarefas foram divididas dentro de cada grupo para que todos pudessem participar ao máximo, dividindo-se entre a medida da distância para garantir o alinhamento, o transporte das mudas, cavar e plantar.

As atividades se iniciaram, entretanto, após um mês do início, a pandemia de COVID-19 impossibilitou a continuação do projeto em sua íntegra, de tal modo que a diretoria remodelou o projeto inicial. O plantio das mudas foi prorrogado, mas as aulas teóricas tiveram continuidade por meio da plataforma Google Meets, com a frequência de 1 live por semana e abordando temas pertinentes como: bioinformática, biodiversidade,

degradação do meio ambiente e emergência de doenças, saúde planetária e Atenção Primária à Saúde. Os participantes do projeto foram divididos em dois grupos, sendo que cada grupo assistia a mesma aula em horários diferentes, para não sobrecarregar a plataforma e possibilitar uma discussão ao final da aula.

Após um período de recesso, o projeto já tem um cronograma para o segundo semestre de 2020. Além de mais 3 lives abordando assuntos como etnoconhecimento, manejo de plantas e epigenética, está programado uma atividade sobre Pegada Ecológica e trabalhos científicos sobre o projeto, como este. Para a primeira atividade, cada participante deverá calcular sua Pegada Ecológica, que traduz o impacto dos hábitos de consumo de cada um sobre o planeta. Cada grupo, determinado no início do projeto, deverá anotar os dados de seus participantes e montar uma proposta com 5 medidas a serem feitas no ambiente doméstico ou em ambiente coletivo para melhorar o índice de Pegada Ecológica de todos do grupo.

Como resultado, estima-se que foram plantadas entre 100 e 150 mudas. Esse e os futuros plantios têm um impacto importante sobre a saúde da população da cidade. Os participantes já têm um maior conhecimento sobre a importância que o meio ambiente tem sobre a saúde e o impacto negativo que nossos hábitos de consumo têm sobre ele. Essa consciência é fundamental para a formação de profissionais médicos que se preocupam com o cuidado com meio ambiente, pois compreendem que a origem de muitas doenças é proveniente da destruição das matas, da poluição do ar, das águas e do solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação das atividades de extensão universitária no Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, baseou-se numa perspectiva de tomada de consciência para a fundamentação de uma ação crítica, reflexiva e solidária. O desenvolvimento do projeto abrangendo o curso de ciências biológicas e o curso de medicina do foi de extrema importância na conscientização ambiental dos envolvidos. A extensão universitária através da conscientização ambiental na faculdade proporcionou a proteção do meio ambiente, bem de uso comum do povo, e o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Infelizmente pelo contexto da pandemia do COVID-19 os integrantes do Canindé não conseguiram atingir a meta de mudas plantadas que foi estabelecido no início das atividades.

Conclui-se, nessa perspectiva, que os projetos de extensão, em especial, o Projeto Canindé, põe em prática planos de ação estruturados pelas universidades (por meio da iniciativa de docentes e discentes) com objetivo de estimular o desenvolvimento de suas práticas de ensino e aprendizagem, assim como de adquirir e produzir novos conhecimentos a partir da interação entre as pessoas envolvidas. Considera-se, portanto, que a extensão universitária é de suma importância visto que, no período da vivência, se

compreende que nada no mundo é uma verdade absoluta e que seus conhecimentos sobre certos assuntos e práticas são capazes de ser mudados ou influenciados pela realidade social. Além disso, necessitamos colocar um enfoque no meio ambiente, para fazer parte dos países de primeiro mundo. É essencial ser célere no que tange a educação ambiental. Cultura, tecnologia e meio ambiente é a averiguação de um país evoluído.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Obra coletiva de autoria da Editora Saraiva com a colaboração de Antonio Luiz de Toledo Pinto, Márcia Cristina Vaz dos Santos Windt e Livia Céspedes. 32. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

BRASIL. **Decreto n.º 3.420**, de 20 de abril de 2000. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Florestas - PNF, e dá outras providências. Brasília, 20 de abril de 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado: Programa Cerrado Sustentável.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003.

MIRANDA, G. O. Sustentabilidade ambiental, acadêmicos arregimentando a população para o reflorestamento. **E&S - Engineering and Science**, v. 1, n. 5, p. 91-104, 2016.

SILVA A. L. B. et al. A importância da Extensão Universitária na formação profissional: Projeto Canudos. **Revista de Enfermagem UFPE on line,** v. 13, e242189, 2019.

SILVA, A. F. L.; RIBEIRO, C. D. M.; SILVA, A. G. J. Pensando extensão universitária como campo de formação em saúde: uma experiência na Universidade Federal Fluminense, Brasil. **Interface (Botucatu)**, v.17, n.45, p.371-384, 2013.

CAPÍTULO 5

INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO DE AULAS EXPERIMENTAIS NA MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

Data de aceite: 21/07/2021
Data de submissão: 15/05/2021

Mayane Sousa Carvalho
UFMA - Campus São Luís
São Luíz – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/8668814253336090

Maria do Socorro Nahuz Lourenço
Departamento de Química – UEMA
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/6376109815621690

Jonathan dos Santos Viana
Unesp - Câmpus Jaboticabal
Jaboticabal – São Paulo
http://lattes.cnpq.br/5209143076361423

Vera Lúcia Neves Dias Nunes
Departamento de Química – UEMA
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/2305829335656074

Alana da Conceição Brito Coelho
UEMA – Campus Paulo VI
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/3800019382911869

Alice Natália Sousa da Silva
UEMA – Campus Paulo VI
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/3004177500541184

Anna Karolyne Lages Leal
UEMA – Campus Paulo VI
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/9105933295188245

Danielle Andréa Pereira Cozzani Campos
UEMA – Campus Paulo VI
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/7070726202202063

Davi Souza Ferreira
UEMA – Campus Paulo VI
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/1353864375488049

Railson Madeira Silva
UEMA – Campus Paulo VI
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/8149578014210653

Raissa Soares Penha Ferreira
UEMA – Campus Paulo VI
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/9694130900283763

Ricardo Santos Silva
UEMA – Campus Paulo VI
São Luís – Maranhão
http://lattes.cnpq.br/9359922242089215

RESUMO: Objetivou-se com a presente pesquisa verificar o perfil dos professores de Química da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA e residentes, licenciandos em Química, da Escola Centro de Ensino Paulo VI em relação ao planejamento prévio de aulas experimentais como influência na minimização de resíduos químicos. Por meio de questionário recolheu-se informações sobre realização de aulas experimentais; investigação sobre à atenção dos professores e residentes no tocante a organização destas e a realização de práticas

experimentais em microescala. Constatou-se a execução de práticas experimentais por parte dos professores e residentes, no entanto a maior parte destes não as organizam com precedência, o que os impedem de utilizar estratégias que viabilizem a mitigação de resíduos, tais como a realização de aulas em cadeia; troca de reagentes tóxicos por menos tóxicos e práticas experimentais em microescala, ação realizada em maior parte pelos residentes. De acordo com os resultados, retratou-se a importância das aulas experimentais para aprendizagem em Química; destacou-se a realização de aulas em cadeias, trocas de reagentes tóxicos por menos tóxicos e experimentos realizados em microescala como meios de minimizar a geração de resíduos químicos e, consequentemente, uma redução de gastos com o tratamento destes resíduos.
PALAVRAS- CHAVE: Ensino; Educação Ambiental; Aulas experimentais.

THE INFLUENCE OF PLANNING EXPERIMENTAL CLASSES TO MITIGATE CHEMICAL WASTE

ABSTRACT: The purpose of this research was to verify the profile of Chemistry professors at the State University of Maranhão - UEMA and residents, graduates in Chemistry, from the Centro de Ensino Paulo VI School in relation to the previous planning of experimental classes as an influence in the reduction of chemical waste. Through a survey, information was collected on conducting experimental classes; research on the attention of teachers and residents regarding their organization and the performance of experimental practices on a microscale. The execution of experimental practices by teachers and residents was found, however the majority do not organize them with advance, which prevents the use of strategies that make waste mitigation feasible, such as conducting chain classes; exchange of toxic reagents for less toxic ones and experimental practices on a microscale, an action mostly carried out by residents. According to the results, the importance of experimental classes for learning in Chemistry was portrayed; emphasis was given to classes in chains, exchanges of toxic reagents for less toxic ones and experiments carried out on a microscale as a means of reducing the generation of chemical residues and, consequently, a reduction of expenses with the treatment of these waste.
KEYWORDS: Teaching; Environmental education; Experimental classe.

1 | INTRODUÇÃO

Por conter um diversificado número de fórmulas, cálculos, regras que na maioria das vezes são ensinados aos alunos de forma descontextualizada e longe da realidade que estes vivem, a Química tem sido considerada como uma disciplina de difícil assimilação. Posto isto, estão sendo desenvolvidas estratégias com intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem em Ciências/Química, uma dessas estratégias é o uso de aulas experimentais, como aponta FERREIRA, (2019).

É visível o quanto a aula experimental nas escolas e nas universidades é essencial para o processo de ensino aprendizagem, pois por meio dela os discentes conseguem ter uma melhor compreensão do que foi abordado na aula teórica. Segundo Marques,

Merazzi e Oaigen (2008), a experimentação prática é essencial para o processo de ensino aprendizagem, que contribui para melhoria do conhecimento. Além dos experimentos facilitarem a compreensão do conteúdo, tornam as aulas mais dinâmicas e, quando estes são voltados para a realidade e rotina do aluno, apresentam-se como uma ferramenta que propiciam a aprendizagem, pois tornam o ensino mais atrativo e interessante.

Os resíduos químicos de laboratório gerados por atividades de pesquisa e/ou ensino nas universidades e centros de pesquisa passaram a ser uma preocupação no Brasil a partir da década de 1990 devido à falta de um gerenciamento adequado para eles. Essa questão não se restringe apenas à adoção de práticas que visem à minimização e ao tratamento dos resíduos produzidos nas atividades laboratoriais, mas também à conscientização e treinamento do fator humano, já que não basta apenas dispor de rotas de tratamento de resíduos se as pessoas não são parte ativa e integrante da gestão dos mesmos. Com o aumento e a diversificação das discussões relativas a problemas e impactos ambientais decorrentes das atividades humanas, tornou-se intolerável a falta de compromisso com a gestão dos resíduos químicos gerados nas instituições de ensino e pesquisa, locais por excelência de formação de novos recursos humanos. Outra característica dessas instituições é que elas não eram habitualmente consideradas unidades poluidoras. Culturalmente sempre se buscou apenas focar o ensino e a instrução técnica dos alunos. Por isso, durante décadas, muitos dos procedimentos nessas instituições geraram quantidades desnecessárias de resíduos por empregarem grandes quantidades de reagentes, e que eram descartados sem critério algum. Isso reflete bem o modelo que vigorou por muito tempo, o do desenvolvimento sem qualquer noção de sustentabilidade ambiental.

Atividades de laboratório realizadas, em aulas experimentais ou atividades de pesquisa, ainda que involuntariamente geram resíduos que podem oferecer riscos ao meio ambiente ou à saúde humana. A gestão e o gerenciamento dos resíduos devem ser discutidos, disseminados e implantados em instituições de ensino e pesquisa, não apenas com intuito de redução de impactos ambientais, mas principalmente na educação ambiental de alunos que será disseminada em sua vivência pessoal e profissional (REIS, 2009).

Para minimizar o problema da geração de agentes poluidores do ambiente, tanto das IES quanto das escolas de ensino médio, faz-se necessário o planejamento das aulas experimentais, bem como pré-avaliar e conhecer os riscos e perigos dos produtos químicos manuseados também os resíduos ou rejeitos produzidos durante estas aulas. Essa questão não se restringe apenas à adoção de práticas que visem à minimização e ao tratamento dos resíduos produzidos nas atividades laboratoriais, mas também a conscientização e treinamento do fator humano (ALBERGUINI, SILVA e REZENDE, 2003; DA SILVA, SOARES e AFONSO, 2010).

Uma hierarquia de ações que podem ser praticadas com o objetivo de minimizar ou até eliminar a geração de resíduos em laboratórios foi elaborada por Jardim (1998) que nos serve de orientação. São elas:

(1) otimização da unidade geradora – diminuição do consumo de água destilada ou adoção de sua recuperação; manter sempre uma quantidade pequena de reagentes no laboratório e devidamente rotulados;

(2) minimização da geração – diminuição da produção de resíduos por meio de um repensar das práticas laboratoriais enfocando duas atitudes – mudança de macro (escala convencional) para microescala com menos reagentes e substituição de reagentes com mudanças de procedimentos. Pode-se alterar as aulas no sentido de práticas com quantidades menores de reagentes, principalmente quando se trata de reagentes perigosos. Uma alternativa é a substituição de reagentes nos procedimentos de ensino, priorizando um novo reagente com uma nova metodologia de ensino em detrimento de um reagente perigoso, muitas vezes ultrapassado;

(3) Segregação em classes – fator que possibilita a continuidade do processo para a reciclagem, reuso ou disposição final segura. Trata-se de um procedimento indispensável, pois identifica o resíduo e facilita a destinação correta.

(4) Reuso – possibilidade de utilização de um material no estado em que se encontra. De modo geral é pouco utilizado na prática laboratorial, mas possível de aplicação considerando o universo de resíduos produzidos.

(5) Reciclagem – utilização de um resíduo após submetê-lo a algum processo de recuperação. Pré-tratamentos rotineiros são a destilação e a filtração, principalmente de solventes, combustíveis, óleos, metais, ácidos e bases.

(6) Manutenção do resíduo produzido na forma mais passível de tratamento – consiste na segregação dos resíduos em classes que estejam em sintonia com o tratamento e a destinação final a qual o resíduo será submetido. Por exemplo, se o resíduo de uma unidade geradora for destinado a um incinerador, há a necessidade de separar resíduos organoclorados dos demais solventes orgânicos, pois os organoclorados necessitam de cuidados especiais.

(7) Tratamento e disposição final dos resíduos – após o tratamento, há necessidade de destinação a uma disposição final adequada; essas ações, geralmente, são acompanhadas de responsável técnico que avaliará o resíduo e determinará os encaminhamentos que atendam à legislação vigente.

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo verificar a influência que o planejamento prévio de aulas experimentais exerce sobre os resíduos químicos gerados pós experimentos, metodologias adotadas e consciência ambiental dos docentes.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de atuação

2.1.1 Curso de Química Licenciatura da UEMA – Campus São Luís

A partir de dados fornecidos pela Coordenação do curso de Química Licenciatura (CQL) constatou-se que as disciplinas da área da Química são ministradas em quatorze (14) Cursos presenciais: Engenharia de Pesca Bacharelado, Engenharia Agronômica Bacharelado, Medicina Veterinária Bacharelado, Zootecnia Bacharelado, Administração Bacharelado, Curso de Formação de Oficiais – CFO PMMA, Curso de Formação de Oficiais – CFO CBMMA, Engenharia Civil Bacharelado, Engenharia Mecânica Bacharelado, Engenharia de Produção Bacharelado, Ciências Biológicas Licenciatura, Geografia Licenciatura, Geografia Bacharelado e Química licenciatura. O CQL disponibiliza cinco (05) laboratórios que são utilizados no ensino e na pesquisa. Além dos alunos de Química, esses laboratórios recebem alunos de todos os demais cursos já citados para a realização de suas práticas, exceto Medicina Veterinária – bacharelado, que dispõe de um próprio. Com isso, devido ao grande número de atividades rotineiras, uma quantidade de resíduos químicos ativos é gerada e descartada, muitas vezes de forma inadequada, agredindo ao meio ambiente. Desta forma, acabam prejudicando a qualidade ambiental, por isso há uma grande importância do gerenciamento correto dos resíduos químicos antes do seu descarte. O curso de Química pertence ao Centro de Educação das Ciências Exatas e Naturais – CECEN. E possui no total 18 professores que compõem o corpo docente do departamento do curso.

2.1.2 Centro de Ensino Paulo VI

O Centro de Ensino Paulo VI está localizado no bairro da Cidade Operária na cidade de São Luís - MA. Desde 2016 a UEMA e a Secretaria de Estado da Educação (SEDUC) assinaram um Termo de Cooperação Técnica, transformando o Centro de Ensino Paulo VI em Escola de Aplicação. Em consideração a isso a escola passou a configurar-se com um laboratório para os alunos e professores da UEMA no campo da pesquisa, da extensão e da pós-graduação, e, ao mesmo tempo, serve aos alunos da própria Escola, que têm recebido amplos benefícios por parte da UEMA. A Escola possui um laboratório de ciências que utiliza, em suas aulas práticas, diversos reagentes químicos – potenciais geradores de resíduos químicos ativos. A escola conta com três professores de Química e sete (07) alunos que fazem parte do projeto Residência Pedagógica do curso de Química da UEMA.

2.2 Proposta metodológica

A proposta metodológica adotada contemplou tanto o Curso de Química da UEMA, quanto o a Escola Centro de Ensino Paulo VI.

2.2.1 Perfil dos professores de Química da UEMA – Campus/São Luís e da Escola Centro de Ensino Paulo VI.

O perfil dos professores foi traçado por meio de um questionário contendo três

perguntas fechadas sobre realização de aulas experimentais e pesquisas nos laboratórios; organização precedente das práticas experimentais e realização de experimentos em microescala. Este questionário foi aplicado aos professores do curso de Química Licenciatura da UEMA – Campus/São Luís e aos professores e alunos do programa residência pedagógica que ministram aulas práticas no Centro de Ensino Paulo VI.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se no Curso de Química Licenciatura que dos 18 professores que compõem o Departamento, 11 ministram aulas experimentais. Na Escola Paulo VI, verificou-se que os professores deixam os residentes responsáveis pela ministração das aulas práticas. Dos sete (7) residentes, todos realizam aulas experimentais. As respostas dos professores e residentes estão compiladas no Quadro abaixo.

Perguntas	Opções	Respostas dos professores	Respostas dos residentes
1º Você utiliza com frequência o laboratório para ministrar aulas experimentais e/ou fazer pesquisa?	Somente aulas experimentais	3	6
	Somente pesquisa	1	0
	Aulas experimentais e pesquisas	7	1
	Não utiliza o laboratório	0	0
2º Quanto ao roteiro de aulas experimentais:	Programa no inicio do período todos os roteiros	6	0
	Programa no decorrer do período	2	4
	Programa na aula anterior à pratica	1	3
	Programa na hora da aula Experimental	1	0
	Questão em branco	1	0
3º As práticas são realizadas em microescala?	Sim	3	6
	Não	2	0
	Algumas	5	1
	Questão em branco	1	0

Quadro 1: Respostas dos professores da UEMA e residentes da escola Paulo VI.

Fonte: Próprios autores (2021).

Quanto ao uso do laboratório (1ª questão) a maioria dos professores do curso de Química (7) usam o laboratório para realizar aulas experimentais e pesquisas, consolidando assim a ideia de que a experimentação é realizada tanto nas atividades de ensino quanto na pesquisa. Já na Escola Centro de Ensino Paulo VI observa-se que a maioria dos residentes (6) utilizam o laboratório apenas para realização de aulas experimentais. Em suma, 11 professores do curso de Química e todos os (07) residentes realizam aulas experimentais, ou seja, utilizam materiais ou substâncias com suas possíveis transformações e

propriedades diversificadas como inflamabilidade, corrosividade, reatividade ou toxicidade. A manipulação destes materiais e substâncias em experimentos químicos possibilita gerar outras substâncias e materiais que, dependendo do grau de toxicidade, podem causar danos graves ao ambiente, assim, Machado e Mól (2008) ressaltam a importância de não descartar resíduos em lixo comum ou redes de esgoto.

A realização de aulas experimentais e pesquisas laboratoriais são atividades geradores de resíduos Químicos, entretanto, instituições de Ensino e pesquisa não são rigorosamente cobradas quanto a essa produção de resíduos Químicos, como aponta Ramm, Dorscheid & Passos, (2018). Conforme Jardim (1998), ao conduzirem diversos tipos de pesquisas, conclui que instituições de ensino e pesquisas se tornaram potencialmente poluidoras. Segundo Rodrigues e Moreira (2016), não se encontra nenhuma definição para resíduos químicos de laboratório na legislação ambiental brasileira, tampouco existe uma legislação específica para resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. Desta forma, é aconselhável que estas instituições também cumpram a legislação existente para as indústrias, baseando-se na natureza da atividade, independentemente das quantidades geradas (Jardim, 2018). “Gerenciar os resíduos químicos nas aulas de laboratório de química é uma ação que reflete cuidado com o meio ambiente, reduzindo a poluição” (LEITE e SANTOS, 2019).

Analisando a 2ª questão, que trata sobre o planejamento prévio dos roteiros de aulas experimentais, percebeu-se que pouco mais da maioria dos professores do curso de Química planeja seus roteiros no início do período das aulas e ainda há aqueles que planejam na aula anterior á prática ou ainda no horário da aula prática, sendo perceptível uma falta de organização precedente das aulas experimentais, tornando inviável a quase maior parte dos professores da instituição a possibilidade de aplicar ações que podem minimizar a geração de resíduos químicos. Uma dessas ações seria a realização das aulas em cadeias, estratégia sugerida por MACHADO e MOL, (2008). Essa questão não se restringe apenas à adoção de práticas que visem à minimização e ao tratamento dos resíduos produzidos nas atividades laboratoriais, mas também a conscientização e treinamento do fator humano (ALBERGUINI, SILVA e REZENDE, 2003; DA SILVA, SOARES e AFONSO, 2010). Assim como no curso de Química constatou-se a falta de planejamento prévio das aulas práticas por quase a maioria dos professores, na escola Centro de Ensino Paulo VI esse planejamento não acontece de maneira prévia. Esta ausência de planejamento e organização com antecedência das aulas experimentais impede o professor ou residente de utilizar uma estratégia de minimizar geração de resíduos, que é a elaboração de aulas em cadeias, quanto a isso MACHADO e MOL, (2008) instruem educadores a darem preferência a experimentos cujos resíduos possam, posteriormente, ser úteis em outras atividades experimentais. Elaborar roteiros de aulas experimentais com antecedência possibilitaria ainda ao professor identificar reagentes tóxicos que seriam utilizados nas aulas práticas. A organização prévia viabilizaria a troca destes reagentes tóxicos por reagentes menos

tóxicos, reduzindo a produção de resíduos químicos tóxicos e, consequentemente, uma redução de gastos com o tratamento destes resíduos, como aponta Pagno et. al (2017).

Uma estratégia que é muito utilizada a minimização na geração de resíduos químicos é a realização de práticas em microescala. De acordo com a 3° questão, que trata sobre o uso desta estratégia, 27,3% dos professores da UEMA já adotam a microescala como metodologia em suas aulas experimentais, 45,4% realizam algumas práticas em microescala e 18,2% não usam a microescala em nenhum experimento. Já os residentes em sua maioria (85,7%) realizam suas práticas em microescala. O resultado aponta para a necessidade da aquisição de vidrarias para realização de experimentos em microescala tanto pela UEMA quanto pela Escola Paulo VI, além da realização de cursos para os docentes/residentes da área e da realização de trabalhos sobre consciência ambiental. Miniaturizar os experimentos, diminuindo a quantidade de reagentes utilizados em um experimento químico é uma estratégia sintética verde. A microescala pode ser implementada sem danos ao ensino ou ao rigor analítico (BATISTA, 2010 apud ALMEIDA e SILVA, 2019). Sugere-se que todos os professores e residentes adotem essa estratégia que incentiva a diminuição do volume de resíduos gerados, reduz o nível de exposição aos materiais e substâncias, tempo reacional e custo dos experimentos.

4 | CONCLUSÕES

O presente trabalho buscou investigar o perfil ambiental de docentes quanto ao planejamento prévio de aulas experimentais e o uso de estratégias para minimização de resíduos químicos gerados em atividades laboratoriais. A partir dos dados obtidos evidenciou-se a necessidade de desenvolver, nos docentes tanto do ensino médio quanto do ensino superior, uma consciência ambiental que gere mudança no planejamento e realização de suas aulas laboratoriais. A velocidade das mudanças ambientais se torna cada vez mais rápida e a realização de trabalhos voltados para conscientização dos docentes constitui-se um grande desafio para as Escolas e IES. É de suma importância sinalizar um novo rumo que deve ser dado à realização de experimentos e o fator humano, no caso o docente, passa a ser um fator dominante para executar, conscientizar e ensinar aos futuros profissionais a superar o que antes parecia inatingível e mostrar-lhes que existem ações laboratoriais com implantação simples e com custo baixo que podem ser adotadas imediatamente, com ganhos ambientais e sociais. iniciem com uma análise criteriosa das atividades a serem realizadas e terminem com a minimização da geração de resíduos. Faz-se necessário, ainda, incutir nos atuais docentes que a universidade tem o compromisso de formar os futuros profissionais com uma postura comprometida com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALBERGUINI, Leny Borghesan A.; SILVA, Luis Carlos; REZENDE, Maria Olímpia Oliveira. **Laboratório de resíduos químicos do campus USP-São Carlos: resultados da experiência pioneira em gestão**

e gerenciamento de resíduos químicos em um campus universitário. Química Nova, v. 26, n. 2, p. 291-295, 2003.

ALMEIDA, Q. A. R. De, SILVA, G. A. L. **Química verde em métodossintéticos: aplicação de novas metodologias experimentais na formação de professores de química.** Experiências em Ensino de Ciências V.14, N°.3, p. 289-304, Dez. 2019.

FERREIRA, A. P. **Ensino De Química Experimental De Nível Médio Com Auxílio De Um Espectrofotômetro Alternativo Na Região Do Visível** – IFPB. São Pessoa - PB, p. 18, 2019

JARDIM, W. F. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. Unicamp.** Química Nova, v. 21, n. 5, 1998.

LEITE, T. M.; SANTOS, M.V.**Tratamento de resíduos de cromo gerados nas aulas de química analítica**. Rev.Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.Rio Grande, Ed. Especial EDEA, n. 2, p. 34-47,2019.

MACHADO, P. F. L. MOL, G. de S. **Resíduos e Rejeitos de Aulas Experimentais: O que Fazer?** Revista Química Nova na Escola, nº 29, p. 38-41, Ago. 2008.

MERAZZI, D. W.; OAIGEN, E. R. **Atividades Práticas em Ciências no Cotidiano:Valorizando os Conhecimentos Prévios Na Educação de Jovens e Adultos.** Experiências em Ensino de Ciências. Mato Grosso, v. 3, n. 1, p. 65-74, 2008.

PAGNO, V.; SALAPATA, A.; SCHMITZ, E. P. S.; CABRERA, L. da C. **Levantamento de resíduos de laboratórios, propostas de atividades experimentais e ações com foco em Química Verde.** ACTIO, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 80-96, jul./set. 2017

SILVA, F. da S. SOARES, T. R. dos S. AFONSO, J. C. **Gestão de Resíduos de Laboratório: Uma Abordagem para o Ensino Médio.** Revista Química Nova na Escola, v. 32, n° 1, p. 37-42, Fev. 2010.

RAMM, J. G., DORSCHEID, G. L.; PASSOS, C. G. & SIRTORI C. (2018). **Development of a Waste Management Program in Technical Chemistry Teaching.** Journal of Chemical Education. 95 (4), 570–576

REIS, Anselma Lucia Novo. **Caracterização e Avaliação do Manejo de Resíduos dos Laboratórios do Instituto de Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ**. Centro de Tecnologia e Ciências Faculdade de Engenharia. Departamento deEngenharia Sanitária e Meio Ambiente. Rio de Janeiro. 2009.

RODRIGUES N. M, MOREIRA D. C. (2016). **Determinação do volume de resíduos químicos gerados no Laboratório de Solos da Fundação Universidade Federal do Tocantins.** Revista Desafios, 03 (01),1-12.

CAPÍTULO 6

EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E SUSTENTABILIDADE

Data de aceite: 21/07/2021

Data de submissão: 05/05/2021

Consuelo Salvaterra Magalhães
DEDH/UFRRJ
Seropédica/RJ
http://lattes.cnpq.br/8361586108400002

Este artigo já foi publicado anteriormente e nesta nova versão foram feitos alguns ajustes pertinentes à conclusão do projeto e a alteração do título.

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo divulgar ações de conscientização ambiental promovidas pelo projeto de extensão *Criatividade com Sustentabilidade: troca de experiências* realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ - em 2019/2020. O projeto teve como objetivo evitar o descarte precoce dos resíduos sólidos reutilizáveis produzidos pelo nosso Instituto e nossas parceiras Unidade de Produção de Artigos Têxteis da UFRRJ e a fábrica de camisas Camisa Mania em Seropédica. O trabalho se desenvolveu em três eixos de multiplicação de conhecimentos: um de ordem prática por meio de oficinas de criatividade com a utilização de resíduos sólidos; outro mais reflexivo com discussões teóricas com palestras, *workshop* e um terceiro destinado à exposição e venda dos artigos produzidos visando a dar visibilidade às propostas de ações de sustentabilidade de efeito multiplicador. O projeto foi desenvolvido temporalmente da seguinte forma: no primeiro semestre o público-alvo foi constituído por discentes da UFRRJ e artesãos de Seropédica; no segundo semestre além dos alunos estariam participando membros do grupo da Terceira Idade, no entanto, com o início da Pandemia apenas os discentes, dois artesãos e outros voluntários da comunidade participaram. Um dos resultados esperados foi a formação de multiplicadores para que promovessem atividades de reutilização de resíduos sólidos em seu entorno e para outros projetos afins.

PALAVRAS - CHAVE: Resíduos Sólidos. Artesanato. Educação Ambiental.

UNIVERSITY EXTENSIOM AND SUSTAINABILITY

ABSTRACT: The aim of this paper is to publicize actions of environmental awareness promoted by the extension project *Criatividade com Sustentabilidade: troca de experiências* developed at Federal Rural University of Rio de Janeiro – UFRRJ –, Brazil, in 2019/2020. The project aimed at avoiding early disposal of reuse solid residues produced by our Institute of Applied Social Sciences and our partners Textile Production Unit of UFRRJ and the shirt factory Camisa Mania in Seropédica. The methodology was based in three knowledge multiplication strategies: the first was of a practical nature, and involved creativity workshops using solid waste; the second one was of a more reflective character and involved theoretical discussions in lectures, roundtable, *cordel* literature, and the third one was the actual exhibition and sale of the articles and it meant to convey visibility to

the sustainability actions with multiplier effect. The project was developed this way: the first semester the target audience was UFRRJ students and Seropédica artisans; the second semester, besides these participants, members from Elder Age Group would take part. However, because of the beginning of the world pandemic, only the students and two artisans and some community volunteers took part. One of the expected results was the education of multipliers that could promote solid waste reuse activities for other related projects developed around their area of activity.
KEYWORDS: Solid Residues. Handcraft. Environmental Education.

1 I INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é divulgar ações de sensibilização e conscientização ambiental promovidas pelo projeto de extensão *Criatividade com Sustentabilidade: troca de experiências* na UFRRJ. O projeto que iniciou em agosto de 2019 e terminou sua primeira versão em julho de 2020 foi desenvolvido no Departamento de Economia Doméstica e Hotelaria – DEDH – da UFRRJ. Teve como objetivo geral *evitar o descarte precoce dos resíduos reutilizáveis produzidos na UFRRJ e nas residências dos participantes do projeto com a produção de artigos que tenham nova funcionalidade.*

A participação dos discentes foi marcada pela responsabilidade junto às oficinas de criatividade na reutilização dos resíduos sólidos, na seleção e armazenamento desses materiais; os quais recolhidos e devidamente armazenados compunham o acervo do projeto cada vez mais enriquecido. Os discentes mostraram-se notáveis pela divulgação das atividades, arregimentando outros colegas, refletindo, desta forma, a relevância da proposta de sensibilizar a comunidade para a conscientização de dar maior sobrevida aos resíduos antes da reciclagem ou seu descarte final. E, finalmente, foram intrépidos na participação ora como mestres ora como discípulos nas oficinas de novos produtos.

Ao todo o projeto contou com 16 alunos e três artesãs da Cooperativa de Seropédica. Além desses, outros alunos manifestaram interesse em participar das atividades corroborando o que é dito sobre a Extensão Universitária:

> “É fundamental que a Extensão Universitária tenha o papel de transformar e melhorar a vida das pessoas por meio da transferência de conhecimento gerado no seu âmbito ao conjunto da sociedade. E a Extensão Universitária ocupa um papel central nesta tarefa” (Fujita *et al*, 2014:s/p).

Para realização das oficinas contamos com a parceria da Universidade como fornecedor de papéis e papelões; a fábrica Camisa Mania com retalhos de malhas; da UPAT recebemos retraços têxteis e não têxteis como, carretéis e cones de papelão e plástico. Recebemos resíduos variados principalmente garrafas PET, doados e entregues no PEV – Ponto de Entrega Voluntária.

A presença das artesãs em nosso projeto foi enriquecedora pelos seus conhecimentos de causa e assim reforçamos seu engajamento com a Universidade. No entanto, vale

ressaltar que: "...a relação com o artesão, em oficinas e cursos, não comporta imposições; é importante incentivar o clima de troca de conhecimentos e respeito mútuo, reconhecendo os valores particulares no trabalho coletivo" (De Carli, 2012:97), daí a *Criatividade com Sustentabilidade*: *troca* de *experiências* como título de nosso projeto inicial.

Como formador de multiplicadores ambientais, o projeto, consequentemente, envolveu a capacitação de mão de obra a partir da coleta seletiva, da reutilização de resíduos sólidos e do descarte apropriado. Neste caso os artesãos no projeto foram mais capacitadores que capacitados pela sua natureza artesã, contribuindo desta forma para aqueles que possuem uma experiência mais teórica que prática. A capacitação da mão de obra com resíduos sólidos impacta de forma positiva diretamente na direção da sustentabilidade ambiental. Com as suas ações, o projeto colaborou com a retirada de materiais que não são biodegradáveis do meio ambiente ou evitou que para lá eles fossem num processo de descarte incorreto. Todo este processo de troca de experiências no recolhimento e reutilização destes materiais gerou em todos os participantes o espírito da responsabilidade ambiental. Assim, a divulgação de ações neste trabalho aqui apresentado corrobora a estratégia de formação de multiplicadores rumo à sustentabilidade empreendida pelo projeto.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A Extensão Universitária

A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão que funciona como um tripé para as universidades públicas brasileiras foi aprovada na Constituição de 1988. No Artigo 207, encontramos o seguinte texto: "As universidades (...) e obedecerão ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão" (BRASIL, 1988:s/p). Segundo Salvaterra Magalhães et al:

> As atividades de extensão colocam os discentes em contato com uma realidade diferente daquela vivida dentro da sala de aula, mesmo que esta atividade seja desenvolvida dentro da própria universidade; mas, que o impulsiona a exercitar o conhecimento produzido por meio da pesquisa, do ensino e experiências recebidos em sala de aula numa relação de transformação de comportamento... (2011, p.11).

A extensão universitária se configura num canal de troca de experiências entre as universidades e a sociedade que as sustenta, por meio do ensino e da pesquisa realizados junto aos alunos, funcionando desta forma, como uma via de mão dupla. Neste sentido, o Plano Nacional de Extensão reitera que:

> "A Extensão Universitária é o processo educativo, cultural e científico que articula o Ensino e a Pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação transformadora entre a Universidade e a Sociedade" (Brasil, 2000/2001:5, Plano Nacional de Extensão).

O Plano define ainda diretrizes que devem permear todas as atividades de extensão: impacto e transformação; interação dialógica; interdisciplinaridade; indissociabilidade entre o ensino, pesquisa e extensão, "...os docentes e discentes são atores de um processo recíproco de "aprendizagem e formação" (Magalhães, 2011:2).

De acordo com Rena (2012:119): "A extensão não deve transferir ou repassar conhecimento, ela deve construir conhecimento coletivamente num ambiente de troca constante, incluindo o ensino e a pesquisa". O projeto *Criatividade com Sustentabilidade: troca de experiências* trabalhou com a "troca de conhecimentos" visou também, estabelecer "uma rede de trocas não hierarquizada e compreender que todos aprendem e ampliam seus horizontes ao longo dessas experiências" (Idem p.117). Tecem-se assim, redes colaborativas entre discentes, docentes, comunidade e artesãos, articulando processos inovadores e criativos que resultam na confecção de artigos com nova funcionalidade evitando, desta forma, o descarte precoce dos resíduos sólidos. "Acredita-se que os processos de criação possam incentivar a coletividade, possibilitando a união dos grupos e a capacidade de trabalho colaborativo" (Rena 2012:116). Ainda segundo esta autora, as práticas colaborativas reforçam a ideia de grupo.

Este artigo se propõe a relatar as experiências vividas com um público alvo misto, determinado a C R I A R, com base nas experiências diversas do próprio grupo, numa relação de troca a partir de resíduos sólidos.

2.2 Decreto 5.940/2006 – Coleta Seletiva Solidária

Diante da premente implantação do Decreto 5.940/2006 - que trata da Coleta Seletiva Solidária em Instituições Públicas Federais - a UFRRJ encontra-se em lento e prolongado processo de preparação para tal. Este Decreto

> Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação, às associações e cooperativa dos catadores de materiais recicláveis (...) Os resíduos recicláveis referem-se a todo e qualquer material que seja passível de retorno ao seu ciclo produtivo e que são dispensados pelos órgãos públicos (Art. 2º, Inciso II Decreto Federal).

Vale ressaltar que a universidade em questão ainda não implementou o referido Decreto. Enquanto aguarda-se sua implementação, o projeto em nível micro está desempenhando um papel mediador entre o Decreto e sua implementação por ações prático-teóricas que apontam para a sustentabilidade. De acordo com Pedro:

> A problemática da sustentabilidade assume neste novo século um papel central na reflexão sobre as dimensões do desenvolvimento e das alternativas que se configuram. O quadro socioambiental que caracteriza as sociedades contemporâneas revela que o impacto dos humanos sobre o meio ambiente tem tido consequências cada vez mais complexas, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos (2003:193).

De que maneira o projeto colabora ainda neste nível micro? Atua na sensibilização do público alvo à cooperação nas questões que respeitam diretamente à educação ambiental no sentido da não degradação do meio ambiente. As práticas sociais, ainda que de pequenos grupos, podem ser multiplicadas com o fim de se galgar a transformação social e aí sim, a educação ambiental com sua função transformadora, motiva e sensibiliza as pessoas num pensamento único para o desenvolvimento sustentável (Idem) o caminho para a sustentabilidade a **longo** prazo.

O projeto *Criatividade com Sustentabilidade: trocando experiências* discutiu, por meio da informação veiculada em Roda de Conversa, *Workshop* e palestra o descarte precoce dos RSR - resíduos sólidos reutilizáveis -, trabalhando com oficinas práticas de criatividades nas quais lançamos mão da reutilização de todo material recolhido e recebido por voluntários que cooperam com nosso acervo.

2.3 A educação ambiental *Vs.* resíduos sólidos reutilizáveis

Os seres humanos, por serem predadores do ambiente por excelência (Grippi, 2006), precisam rever sua relação com a natureza ao transformá-la de forma que obtenham as condições necessárias para atender suas demandas em seu modo de viver. Segundo De Ross *et al* (2012:67), “O cenário global de exploração e desrespeito ao ambiente e as catástrofes que se ampliam em tamanho e quantidade alertam para a responsabilidade do indivíduo e dos grupos em salvaguardar o planeta”.

Com o aumento da população, o processo de industrialização e o avanço tecnológico e as obsolescências programadas, tanto nos produtos de TI quando na indústria da moda o país tem mais gente consumindo, que traz como consequência o aumento de desperdício com maior geração de lixo/resíduos (De Ross, 2012). Segundo Grippi (2006), 60% do lixo gerado no Brasil tem procedência domiciliar e na maioria das vezes as pessoas querem se livrar do lixo que produzem, da maneira mais rápida e simples possível, sem se importar com a forma correta de seu descarte (Idem).

Dos resíduos produzidos pelo nosso país o PET – considerado um dos plásticos mais nobres – está entre os que mais se destacam, com 19% do total. “O Brasil ainda é um modesto consumidor de plástico (...) ocupa uma taxa de 11% deste consumo mundial de plástico (...) Dos países emergentes somos um dos maiores consumidores. (...) Os maiores consumidores *per capita* de plástico no mundo são os Estados Unidos e o Japão, países mais industrializados” (Grippi, 2006:113). Por outro lado, o Brasil tem gerenciado com destaque os resíduos de papel, preservando desta forma a vida de muitas árvores “Oitenta por cento das aparas são utilizadas na indústria de embalagens...” (idem), no entanto, o país, por meio da sensibilização da população deve se esmerar quanto à preservação de nossas florestas.

O que gera os resíduos sólidos, em sua maioria, são as embalagens dos diversos produtos que adquirimos no nosso cotidiano: as sacolas plásticas que adquirimos de

forma exagerada nos hortifrútis, nos supermercados, dos produtos industrializados entre outros. Quantos resíduos sólidos provenientes de embalagens de produtos industrializados diversos temos gerado ao longo de uma única semana?

A pergunta que não quer calar é: seria a falta de informação a principal responsável pela degradação do meio ambiente pelos seres humanos, para sua falta de cooperação com as questões ambientais? Acreditamos, como solução a médio e longo prazos, na educação ambiental nas escolas, campanhas com a população via prefeituras municipais como forma de sensibilizar para conscientizar, promovendo, assim, consequente transformação na mudança de comportamento e atitudes que modifiquem as relações homem *vs.* natureza. Para Teixeira et al:

> "... a EA extrapola os objetivos da atividade educativa (...) Não se trata de um tipo especial de educação, mas, de um processo contínuo e longo de aprendizagem, de uma filosofia de trabalho, de um estado de espírito em que todos: família, escola e sociedade, devem estar ligados e interagindo. O objetivo da EA não entra em conflito com os objetivos do sistema escolar (2011, p.7).

Iniciar a educação ambiental nos primeiros anos escolares além de orientar os alunos, estes serão multiplicadores, por excelência, em suas residências e arredores. São agentes de transformação de comportamentos e atitudes daqueles que os rodeiam. Desta forma, o conceito de desenvolvimento sustentável estará garantido (Grippi, 2006).

Atentemos exclusivamente para os resíduos sólidos domiciliares, como as latinhas de refrigerante, as garrafas PET, papéis utilizados, tanto em apenas um lado como nos dois lados, nos retraços têxteis, caixas de papelão de todos os tamanhos (inclusive de sabonete e pasta de dente), pequenas bolsas de papel na compra de cosméticos, sacolas de plásticos na compra de uma simples cartela de analgésico, vidros de industrializados entre outros. Como podemos reduzir o consumo? E o que não conseguirmos reduzir, podemos reutilizar?

A atuação de alguns professores nas escolas na confecção de materiais didáticos e brinquedos cooperam para desenvolver em seus alunos o espírito da reutilização e como evitar o descarte precoce e incorreto destes resíduos. As atividades artísticas como Instalações, *Site Specific*, *Land Art/Earth Art,* são tipos de Artes Visuais que dialogam plenamente com a natureza e comunicam mensagens aos seus espectadores, também são utilizados por professores de escolas de Ensino Fundamental.

A política dos 5Rs – Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar (Cartilha Coleta Seletiva Solidária, 2008) demonstra que as experiências de um projeto aqui apresentadas tiveram com a proposta de **reutilizar** dando nova funcionalidade a alguns resíduos sólidos para que estes tivessem uma sobrevida maior até à reciclagem ou ao descarte final de forma correta e, em menor escala, **reciclar**: papel e óleo utilizados. Dentre os participantes discentes, o projeto contou com professores da rede municipal, os quais colaboraram com

sua criatividade desenvolvida em sala de aula e, receberam por meio das ações do projeto outras tantas contribuições para suas escolas.

3 I METODOLOGIA

O Projeto de extensão *Criatividade com Sustentabilidade: trocando* experiências foi desenvolvido em duas etapas: a primeira de agosto a dezembro de 2019 e a segunda de janeiro a julho de 2020. A primeira etapa foi desenvolvida com a colaboração e participação de três artesãs da Cooperativa de Artesãos de Seropédica[1] e os discentes da UFRRJ. Vale lembrar, que as oficinas eram abertas à comunidade e sempre que algum membro do projeto, como equipe ou parceiro, tiveram a oportunidade de convidar amigos que não eram acadêmicos foram autorizados a trazê-los e todos foram muito bem recebidos e participativos.

Na segunda etapa do projeto, de janeiro a julho de 2020, tivemos um número reduzido de participantes em função da pandemia. Os discentes que permaneceram e outros que chegaram atendendo convites, tornaram-se voluntários no projeto *Confecção de Máscaras Protetoras como Medida de Combate à Covid 19.* Instaurada a Pandemia do Corona vírus 19 o projeto teve uma única atividade presencial. Na semana de recepção dos calouros o projeto ministrou o I Aulão de Sustentabilidade para os calouros de Belas Artes com teoria e prática. As demais ações foram realizadas pelos participantes em suas residências com o lançamento da proposta: Uma Horta em cada Caixa. A ação tratou da plantação de temperos e pequenas hortaliças em caixas de leite, suco entre outras.

3.1 Organização da equipe

A organização da equipe deu-se da seguinte forma:

a. <u>Os discentes da graduação</u>: desde 2014 quando atuamos junto à URATI – Universidade Rural Aberta à Terceira Idade - trabalhamos com alguns alunos em outros projetos, tanto de pesquisa como de extensão e além de estreitarmos os laços pessoais também nos conhecemos melhor no que respeita aos interesses pelos temas de trabalhos na Academia. Assim sendo, criamos um grupo que vem trabalhando em outros projetos com a prática de ministração de oficinas de artesanato e trabalhos manuais. Surgindo a ideia deste projeto consultamos 4 deles e prontamente aceitaram participar conosco de mais um desafio. Estes alunos se utilizaram da metodologia bola de neve arregimentando outros colegas a participarem do projeto e assim nosso número de participantes cresceu.

b. <u>Professores do nosso departamento</u>: além de nós na coordenação outros dois participaram: um atua na pós graduação de outro departamento da UFRRJ com o tema Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade e se mostrou interessado em fazer parte da equipe executora. Atuou na Roda de Conversa da abertura do projeto no dia 12/08. Outro professor, substituto, era recém chegado, mestrando, pertencia à área de

1 Esta cooperativa promovia uma Feira do Artesanato na UFRRJ dois dias de todas as primeiras semanas de cada mês.

Vestuário e Têxteis. Com afinidade pelo tema - reaproveitamento de resíduos sólidos e a Sustentabilidade – além do interesse em trabalhar com resíduos sólidos na preparação de itens para a indústria do vestuário, como por exemplo, manequins de material alternativo, compartilhou conosco suas habilidades teóricas e práticas.

c. Técnicas Administrativas: a técnica do nosso departamento já é integrante de todos os projetos da área de Vestuário e Têxteis. É a coordenadora da UPAT e tem bastante habilidade com máquinas de costura domésticas e industriais. Desenha, modela, corta e costura com destreza. O projeto também obteve retraços têxteis como resíduos sólidos para serem transformados em moda casa, moda praia e pessoal, partindo da técnica de *patchwork* – o trabalho de emendar retalhos para produção de um artigo têxtil qualquer. É um membro que não poderia ficar fora de um projeto como este. Assim a equipe foi estruturada para esta frente de trabalho.

3.2 O levantamento dos resíduos sólidos

Como coligimos e segregamos nossa matéria prima, ou seja, os resíduos sólidos? Algumas semanas antes da abertura do projeto já havíamos feito uma divulgação do mesmo entre nossos alunos em sala de aula, nossos colegas e parceiros. Neste sentido, muita matéria prima foi recebida antes de darmos o pontapé inicial no projeto.

Criamos em nosso setor de Vestuário e Têxteis, no *hall* dos laboratórios de Vestuário, Têxteis e Serigrafia um Ponto de Entrega Voluntária – PEV. Solicitamos à direção do ICSA estantes para o armazenamento de todo material coligido e doado.

À medida que o material chegava, parte da equipe se dispunha a segregá-lo e a armazená-lo nos escaninhos destinados a cada um. Desta forma, todo o material ficava visível e de fácil escolha e retirada para o momento das oficinas.

3.3 Público-alvo

O projeto foi executado com 3 públicos distintos em 2 momentos diferentes como explicado na introdução da metodologia – primeiro momento de agosto a dezembro de 2019 e segundo momento de janeiro a julho de 2020.

1. O primeiro grupo a ser visto como público alvo foram os alunos da Universidade de diferentes cursos, principalmente aqueles que estão mais próximos de nós – os de Belas Artes e Hotelaria. No entanto, recebemos discentes de outros cursos.

2. Outro grupo que faz parte de nosso público alvo são as artesãs – no pavilhão central de nossa Instituição, acontecia, anteriormente à pandemia, toda primeira semana do mês a Feira de Artesanato da Cooperativa de Seropédica. São muitos artesãos e de grande competência no que fazem. Há alguns anos desenvolvem este trabalho na UFRRJ e três desta cooperativa trabalharam no projeto.

Fizemos alguns contatos antes de firmamos o acordo definitivamente e incluímos este grupo em nosso público alvo. Primeiramente contatamos sua líder, falamos do projeto e ela nos colocou em contato com os demais artesãos. Assim foi feito, fizemos três encontros

presenciais mais alguns contatos por *WhatsApp* e fechamos a parceria. Porém, desde o início soubemos que poucos poderiam participar por questões pessoais.

Assim se configura nosso público alvo num *mix* de artesãos e acadêmicos, que possuem nível superior, ensino médio e ensino fundamental. Uma riqueza de troca de conhecimento formal com o conhecimento popular.

3.4 Desenvolvimento

O projeto foi desenvolvido em três eixos de multiplicação de conhecimentos distintos: 1º) Teórico – a cada dois meses haveria uma ou mais atividades do tipo: roda de conversa, palestra, grupos de trabalho, relatos de experiência abordando temas como sustentabilidade, coleta seletiva, políticas públicas para preservação do meio ambiente e temas afins. No entanto, como as atividades presenciais foram somente nos primeiros quatro meses, apenas a Roda de Conversa e três palestras aconteceram.

A abertura do projeto se deu na tarde do dia 12 de agosto com uma Roda de Conversa à beira de um dos lagos da Universidade com palestras, dinâmicas e degustação de lanche. Os professores presentes desenvolveram uma dinâmica com os alunos com o tema do projeto atrelado aos de suas monografias. A dinâmica simulou uma defesa de monografia com uma "banca", formada por outra parte do grupo em que os alunos puderam experienciar um momento de exposição de suas ideias e ideologias sobre o desenvolvimento sustentável em forma de defesa de monografia.

Ao iniciar o ano de 2020, apenas uma atividade presencial pode ser realizada, pois logo o mundo foi surpreendido com a pandemia da Covid 19. Diante do impacto, as atividades foram suspensas temporariamente até que novo planejamento fosse feito. Com certa morosidade, transferimos do presencial para o virtual – troca de experiências por meio de vídeos, cursos que fossem afins à proposta do projeto.

Surgiu a atividade "Uma Horta em Cada Caixa" – de papelão. Os participantes abraçaram a ideia e pequenas hortas foram produzidas.

Uma discente fez um curso de compostagem e gravou um vídeo ensinando fazer compostagem com reutilização de resíduos sólidos com diferentes embalagens. Outro participante tem a função de editar os vídeos que vão sendo gravados.

A troca de experiências tem se dado por meio de fotos, vídeos e mensagens por WhatsApp, além do Instagram.

2º) Prático – execução de Simultânea de oficinas de Criatividade. As oficinas foram ministradas em forma de troca de experiências nas quais todo o público alvo, a saber: artesãs de Seropédica, alunos, professores e técnicos. Todos ora eram "mestres, ora eram "aprendizes", assim, seguindo na direção da troca de saberes da extensão universitária. Os saberes diversificados do público em questão foram a mola propulsora da troca de experiências entre os participantes.

A referida troca ocorria na *criação com criatividade* de novos produtos a partir dos

resíduos sólidos descartados precocemente, os quais foram coletados em momentos oportunos e aleatórios ao longo da execução do projeto. Além desta coleta, o projeto havia estimulado a comunidade acadêmica a realizar doações voluntárias no PEV. Os RSR depois de coletados eram selecionados por categorias tais como: tecido, papéis, plásticos, papelões, caixas, PET, tampinhas de garrafas PET, faixas, banners, vidros entre outros. Cada categoria se destinava a uma oficina, o que não impedia que os artigos fossem produzidos através de escambo entre as categorias. As oficinas tiveram a missão de fazer um reaproveitamento criativo destes resíduos como matéria prima para a execução de diferentes produtos. O projeto se desenvolveu durante as tardes das segundas feiras; as atividades eram oferecidas sem inscrições prévias, abertas ao público da UFRRJ e da comunidade do entorno da mesma.

Um dos pontos centrais do projeto foi o autotreinamento dos discentes e artesãos diante da riqueza de resíduos encontrados em nosso arsenal. Os materiais ficavam expostos e à disposição de quantos quisessem deles se utilizar para fazerem experimentações diversas até alcançarem a perfeição do produto idealizado. O processo de treinamento da equipe foi contínua durante a realização do projeto.

No primeiro momento da parte prática, todos se reuniram diante do acervo, contemplaram silenciosamente, observaram toda a matéria prima e após isto, cada um escreveu uma proposta de oficina. Deram um título, desenharam alguns produtos para serem executados e elaboraram uma lista de materiais de apoio necessários para a execução do trabalho. Estas propostas foram recolhidas e guardadas e, em momento oportuno, escolhidas e organizadas semanalmente para que as oficinas fossem realizadas em nossos laboratórios. Nossas ações foram registradas por meio de fotografias para efeito de documentação e posterior publicação em eventos.

3º) Exposição e Venda – todos os artigos produzidos foram expostos e colocados à venda à comunidade acadêmica ao final do semestre.

4 I CONCLUSÃO

O projeto não foi concluído na forma como inicialmente planejado em função da Pandemia do Corona vírus19. As atividades presenciais foram suspensas e em sequência, a integração da equipe passou de presencial para o virtual. É importante destacar, que apesar de atualmente os jovens estarem bem conectados com as tecnologias de informação, o processo de transição do presencial para o virtual foi moroso e com menos engajamento. Alguns participantes saíram por falta de estímulos (os encontros presenciais eram bem estimulantes e sempre tinha um “*Pit stop”* para os participantes) por não se adequarem bem ao novo formato e os que se propuseram a continuar mantiveram passos mais lentos. Uma nova estrutura de vida para cada um – aulas remotas, as residências que se tornaram seu local de “sala de aulas”, a dificuldade com internet, enfim, novas experiências que

demandaram um pouco mais de cada um, colocando no lugar das ações do projeto outras prioridades.

No entanto, alguma coisa foi realizada, alguns artigos foram publicados, a troca mútua de experiência nasceu e permaneceu. A sensibilização quanto às agressões ao meio ambiente com os resíduos sólidos foi propagada e cada participante tornou-se um multiplicador do consumo consciente, da reutilização dos resíduos sólidos, do descarte adequado do que é realmente lixo.

Os resultados que foram alcançados direcionaram o projeto para uma nova versão: *Criatividade com Sustentabilidade: troca de experiência em formato virtual*, o qual já está em andamento com gravação de oficinas virtuais que serão postadas no canal do projeto no youtube.

É valido afirmar que divulgar as ações do projeto dentro e fora da UFRRJ funciona como um meio a mais de multiplicar saberes que operam em favor da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição Brasileira** http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm Acesso em 10/09/2019, às 18H13min.

BRASIL, Plano Nacional de Extensão Edição Atualizada. Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras e SESu/MEC. 2000/2001. Disponível em: http://www.prae.ufrpe.br/sites/prae.ufrpe.br/files/pnextensao_1.pdf Acesso em 28/04/2021, às 19H15min.

CARTILHA **Coleta Seletiva Solidária: cidadania, oportunidade de renda e inclusão social**. s/d. Decreto Federal 5.940/2006 Acessado em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm às 13H41min.

DE CARLI, Ana Mery Sehbe. Moda, uma prática de múltiplas economias. In: DE CARLI, Ana Mery Sehbe e VENZON, Bernadete Lenita Susin (orgs.). **Moda, Sustentabilidade e Emergências**. Caxias do Sul, RS:Educs, 2012. P.85-102.

DE ROSS et al (orgs.) Transformando resíduo em benefício social – Banco do Vestuário. In: DE CARLI, Ana Mery Sehbe e VENZON, Bernadete Lenita Susin (orgs.). **Moda, Sustentabilidade e Emergências**. Caxias do Sul, RS:Educs, 2012. P. 67-84.

FUJITA, M.S.L. *et al*. **Revista Ciência em Extensão: 10 anos disseminando conhecimento e transformando a relação entre a Universidade e a Sociedade**. Resumo. Disponível em: http://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/1173. Acessado em 18/04/2019, às 16H52min.

GRIPPI, Sidney. **LIXO: reciclagem e sua história – guia para as prefeituras brasileiras**. 2 ed. – Rio de Janeiro:Interciência, 2006.

MAGALHÃES, K. A. B., SANTOS, A. F. dos, PINTO, I. de O. As Experiências com as Ações de Extensão Desenvolvidas pela Comunidade acadêmica do *Campus* Universitário de Gurupi – TO de 2009 a 2011 Visando Promover o Trote Solidário. In: *V* **Congresso Brasileiro de Extensão Universitária – As fronteiras da extensão.** Porto Alegre/RS. 08 a 11 de novembro de 2011.

PEDRO, Jacobi. **Educação Ambiental, Cidaania e Sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, março/ 2003. http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf. Acesso em 13/09/2019, às 14H55min.

RENA, Natacha. Programa ASAS: Design militante e tecnologia social. (In: DE CARLI, Ana Mery Sehbe e VENZON, Bernadete Lenita Susin (orgs.). **Moda, Sustentabilidade e Emergências.** Caxias do Sul, RS:Educs, 2012. P. 103-120.

SALVATERRA MAGALHÃES, Consuelo *et al.* Extensão Universitária e Economia de Comunhão: a extensão no *campus* de uma Universidade Federal. In: **V Congresso Brasileiro de Extensão Universitária – As fronteiras da extensão**. Porto Alegre/RS. 08 a 11 de novembro de 2011.

TEIXEIRA, Carina Fagundes et al. Criando Saberes: educação ambiental nas escolas. In: **V Congresso Brasileiro de Extensão Universitária – As fronteiras da extensão**. Porto Alegre/RS. 08 a 11 de novembro de 2011.

CAPÍTULO 7

ESTUDO SOBRE A GESTÃO E O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SUZANO-SP

Data de aceite: 21/07/2021
Data de submissão: 16/07/2021

Elcio Assis Cardoso Junior
Universidade Brasil – Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, SP.
http://lattes.cnpq.br/2098997780924949

Evandro Roberto Tagliaferro
Universidade Brasil – Professor Titular do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, SP.
http://lattes.cnpq.br/0496505256897860

RESUMO: O presente trabalho traz uma análise dos processos de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de Suzano, os desafios presentes e alternativas para sua melhoria. O estudo descritivo, dedutivo, bibliográfico e de campo combinados, de abordagem qualiquantitativa, natureza comparativa, exploratória, de caráter não experimental desenvolvido pautou-se nas obras de autores de referência em sustentabilidade, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos e na legislação vigente, em especial a Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Suzano-SP para o levantamento de informações sobre as políticas e ações planejadas em prol do município. Foram levantados dados sobre as atividades de manejo, cuja responsabilidade é da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, o que permitiu efetuar um estudo comparativo entre as ações propostas pelos planos e os resultados proporcionados pelos processos de gestão e gerenciamento implantados e em operação no município. O resultado explicitou desafios relacionados com o sistema de coleta seletiva, triagem e separação que apresenta-se passível de melhoria, existe a presença de um volume elevado de recicláveis e de orgânicos na coleta regular seguindo para disposição final. As soluções propostas estão concentradas em três principais ações tais como: Elaboração de um processo de educação ambiental com o objetivo de aumentar a adesão da população ao processo de separação, fortalecer o sistema de coleta seletiva e uma usina de compostagem para a redução do volume de orgânicos e de recicláveis levados como rejeitos para o aterro sanitário. As ações propostas possibilitam melhorias que resultam em diversos benefícios para a municipalidade, sociedade e demais agentes envolvidos.

PALAVRAS - CHAVE: Sustentabilidade. Coleta. Transbordo. Descarte.

STUDY ON THE HOUSEHOLD SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE COUNTY OF SUZANO- SP

ABSTRACT: This paper aims to present an analysis on the management and household solid waste management process in the county of Suzano, the present challenges and alternatives for its improvement. Combined descriptive, deductive, bibliographic, and field study, with a qualiquantitative approach, comparative, exploratory, of a non-experimental nature, based on the works of reference authors in

sustainability, management and solid waste management also in the current legislation, in particular, the National Solid Waste Policy and the Suzano Municipal Integrated Solid Waste Management Plan for gathering information on the policies and actions planned for the municipality. Data were collected on the management activities, under the responsibility of the Municipal Secretariat for the Environment, which allowed a comparative study to be carried out between the actions proposed by the plans and the results provided by the management and management processes implemented and in operation in the municipality. The result explained challenges such as: the system of selective collection, sorting and separation is subject to improvement, there is a high volume of recyclables and organics in regular collection, proceeding to final disposal. The proposed solutions are concentrated in three main actions: Environmental education process with the purpose of increasing the population's adherence to the separation process, strengthening the selective collection system and a composting plant to reduce the volume of organic and recyclable materials taken as waste to the landfill. The proposed actions enable improvements that result in several benefits for the municipality, society and other agents involved
KEYWORDS: Sustainability. Collect. Transshipment. Discard.

1 | INTRODUÇÃO

A preocupação com os resíduos sólidos tornou-se um tema atual e de grande destaque nas esferas nacional e internacional. A sociedade brasileira despertou para a importância da preocupação e da preservação do meio ambiente. Demandas ambientais complexas aparecem ao lado de demandas sociais e econômicas exigindo uma nova posição do governo, da sociedade civil e da iniciativa privada.

A Lei Federal n° 12.305/2010 instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), considerado o marco legal na gestão e gerenciamento dos resíduos no país. A PNRS estabelece princípios, objetivos, diretrizes, metas, ações e importantes instrumentos para a gestão e gerenciamento dos resíduos (PNRS, 2010).

Os planos nacional, estaduais e municipais de gestão e gerenciamento de resíduos são alguns desses instrumentos capazes de possibilitar a aplicabilidade de ações que resultem no declínio de sua geração, em seu reaproveitamento, reutilização e reciclagem, além do uso de novas tecnologias de tratamento e destinação final ambientalmente adequados.

A complexidade do tema exige o entendimento de processos distintos e complementares de extrema importância.

O processo de "gestão" destina-se a planejar as ações, os objetivos gerais e busca criar um sistema de funcionamento e solução para os problemas apresentados nas regiões determinadas e normalmente de responsabilidade do poder público. Já o processo de "gerenciamento" dos resíduos sólidos refere-se às ações exercidas em todas as etapas do manejo, desde a coleta até a disposição final ambientalmente adequada, de acordo com o plano municipal de gerenciamento de resíduos sólidos (PNRS, 2010).

A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares podem contribuir para a identificação de eventuais lacunas no sistema, podendo proporcionar o desenvolvimento de alternativas de melhoria e colaborar na busca por uma maior eficiência na redução dos impactos provocados e no aumento de eficiência econômica.

Assim, o presente trabalho buscou analisar a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de Suzano, localizado na grande São Paulo, com o intuito de compreender sua atual situação, os desafios enfrentados e propor alternativas de melhoria.

Por meio de um estudo descritivo, dedutivo, bibliográfico e de campo combinados, utilizando-se de obras de referência, normas e legislação vigente, foram levantados os dados sobre o sistema e confrontadas as ações propostas pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do município, aquelas efetivamente implantadas e os resultados proporcionados.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As questões propostas no presente estudo tornam necessária a abordagem de alguns dos principais conceitos que envolvem as atividades em análise para, por meio do entendimento desses elementos, proporcionar sustentação aos temas analisados.

2.1 Sustentabilidade Ambiental

A busca pela conservação do meio ambiente e todos seus elementos apresentou os conceitos de *sustentabilidade* e *sustentável* conforme menciona Silveira (2017), em que a sustentabilidade está pautada em três dimensões principais: econômica, ambiental e social, e o que é sustentável está vinculado à possibilidade de continuidade das atividades humanas ao longo de um tempo, atividade esta que transcende gerações e gerações.

A proposta da sustentabilidade ambiental aliada ao desenvolvimento econômico e social apresentou-se no conceito de desenvolvimento sustentável, de acordo com Dias (2015): as atividades de produção de bens e serviços devem preservar a diversidade, respeitar a integridade dos ecossistemas, diminuindo sua vulnerabilidade, além de procurar compatibilizar os ritmos de renovação dos recursos naturais com os de extração necessários para o funcionamento do sistema econômico.

2.2 Conceito de Resíduos Sólidos e Suas Características e Classificações

Os resíduos sólidos são definidos como material, substância, objeto ou bem resultante de atividade humana que tenha sido descartado. A proposta é a de que a destinação final não seja a rede pública de esgoto, nem os corpos d`água ou outras que exijam soluções técnicas e inviáveis, necessitando, portanto, da melhor tecnologia possível (PNRS, 2010).

Por sua vez, os “rejeitos” na PNRS são classificados como aquilo que provém da

sobra de determinado material quando esgotadas as possibilidades de reaproveitamento e reutilização por processos tecnológicos economicamente viáveis (PNRS, 2010).

Mano (2005), sugere que na classificação quanto à origem, ele pode ser: domiciliar, comercial, público, de responsabilidade municipal, e ainda provir de hospitais, da indústria, de atividades agrícolas, de entulho ou ser de responsabilidade do gerador.

Quanto à composição química, podem ser classificados, de acordo com SEBRAE-MS (2012), como: orgânicos (compostos por alimentos e outros materiais que se decompõem na natureza, tais como cascas e bagaços de frutas, verduras, material de podas de jardins, entre outros) e inorgânicos (compostos por produtos manufaturados, tais como plástico, cortiça, espuma, metal e tecido). Podem ser ainda classificados quanto à presença de umidade: seco (sem a presença aparente de umidade) e úmido (visivelmente molhado).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), classifica ainda os resíduos em: a) Classe I - Perigosos (Inflamabilidade, Corrosividade, Reatividade, Toxidade, Patogenicidade) e b) Classe II - Não perigosos – que se subdivide em Classe IIA - Não inertes (não se enquadram na Classe I e nem na Classe IIB) e Classe IIB - Inertes (atendem ao item 4.2.2.2 da NBR 10004:2004) (BRASIL, 2004).

2.3 Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A PNRS (2010), apresenta entre seus principais conceitos, o gerenciamento e a gestão integrada de resíduos sólidos (Gomes *et al.*, 2019). A melhor compreensão desses conceitos pode expressar os desafios presentes no tema dos resíduos sólidos.

O processo de gestão integrada, como apresenta Gomes *et al.* (2019), refere-se a ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos levando em consideração as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, tendo como objetivo o controle social, e como diretriz, o desenvolvimento sustentável.

O processo de gestão planejada dos resíduos sólidos agrega valor econômico, social e ambiental ao que antes era problema, e é executado por meio de planos elaborados nos níveis federal, estadual e municipal (SEBRAE-MS, 2012).

O gerenciamento, de acordo com Silva Filho e Soler (2015), é um processo que engloba um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos.

Por fim, os desafios apresentados aos especialistas na área de gestão de resíduos, conforme apontado por Tenório e Espinosa (2004) *apud* Tagliaferro (2019), está na complexidade envolvida em cada uma das atividades que compõem o seu gerenciamento, uma vez que se trata de um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve, com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor os resíduos gerados em seu município.

2.4 Compostagem

O processo de compostagem é definido por Santaella *et al.* (2014) como a transformação da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos, por microrganismos aeróbios, em um resíduo estabilizado muito rico em nitrogênio e fósforo, conhecido como composto ou húmus que é usado como fertilizante natural para agricultura.

Rocha (2009), explica que o processo utiliza a presença de micro-organismos, umidade e oxigênio para transformar os carboidratos, lipídeos, proteínas, celulose, ligninas e outros em um composto rico em nutrientes que pode ser aplicado ao solo.

A compostagem pode ser uma excelente alternativa na diminuição da quantidade dos resíduos de ordem orgânica, podendo chegar a 50% de redução dos resíduos sólidos destinados ao aterro (SANTAELLA *et al.*, 2014). Na área rural, a compostagem pode ser realizada através de tanques nas propriedades, possibilitando a reutilização do resultado final no solo ou como alimento para os animais.

2.5 Reciclagem e Logística Reversa

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza e Resíduos Especiais (ABRELPE) (2019) menciona que a PNRS estabeleceu instrumentos para implementar o princípio de "responsabilidade compartilhada" pelo ciclo de vida dos produtos, sendo a logística reversa um desses instrumentos. Acrescenta ainda que a lei orienta a hierarquia das ações a serem seguidas na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos, em que uma das prioridades é a reciclagem.

A PNRS (2010), em seu Art. 3° inciso XIV, define reciclagem como:

> Processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa (BRASIL, 2010, p. 10).

A essência da coleta seletiva está no manejo dos resíduos conforme sua composição e constituição. Assim sendo, os materiais comumente selecionados em pontos de separação correspondem a papel, plásticos, vidros e metais (SEBRAE-MS, 2012).

Um dos pontos a ser observado com a devida atenção seria o princípio de responsabilidade compartilhada previsto no art. 6° da PNRS como:

> [...] os consumidores são obrigados a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados, e a disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução, sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal ou quando instituídos sistemas de logística reversa (FRAGA, 2014, p.30).

Santaella *et al.* (2014) apresenta ainda que os consumidores não estão isentos da obrigação de observar as regras de acondicionamento, segregação e destinação final dos

resíduos previstas na legislação do titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A reciclagem integra o processo de gerenciamento adequado dos resíduos sólidos domiciliares. A coleta seletiva e o processo de triagem, durante os quais é feita uma separação prévia, contribuem de forma positiva para o sucesso do processo de gerenciamento por meio da redução do volume de resíduos a ser enviado para disposição final.

A redução do volume de resíduos também está presente na logística reversa, conforme o descrito na PNRS (2010): um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

A logística reversa tem estreita relação com o princípio do poluidor pagador, o qual imputa o ônus de arcar com os custos do impacto diretamente àquele que utilizou o recurso natural (ABRELPE, 2015).

A responsabilidade por estruturar e implementar o sistema de logística reversa cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. A Lei de Resíduos Sólidos prevê que esse sistema seja independente do serviço público de limpeza urbana e do manejo dos resíduos sólidos. O governo pode ainda estimular o processo de negociação para implantação de um sistema eficiente de logística reversa a ser operado pelos diversos agentes econômicos envolvidos buscando acelerar o processo de implantação em todo o território nacional (SEBRAE-MS, 2012).

3 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo descritivo, dedutivo, bibliográfico e de campo, de abordagem qualitativa, natureza comparativa, exploratória, de caráter não experimental pautou-se nas obras de autores de referência em sustentabilidade, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos e na legislação vigente. Utilizou-se da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) como base para o levantamento de informações sobra as políticas e ações planejadas para o município de Suzano, no Estado de São Paulo.

Os dados sobre as atividades de manejo dos resíduos sólidos domiciliares, de responsabilidade da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA), foram levantados por observação e análise documental junto à administração pública municipal e à empresa responsável pela execução dos trabalhos.

Na sequência, foi realizado um diagnóstico da situação encontrada no município e um estudo comparativo entre as ações propostas pelos planos e os resultados proporcionados, de fato, pelos processos de gestão e gerenciamento implantados em operação no município.

O resultado explicitou os desafios enfrentados, possibilitando a elaboração de propostas de melhoria capazes de beneficiar o município, seus cidadãos e demais envolvidos.

4 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resíduos Sólidos Domiciliares em Suzano

O município de Suzano tem um número de 290.769 habitantes, segundo dados da fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), distribuídos em uma área de 205,87 km² e que conta com 100,00% de sua área com coleta de resíduos pelo menos 1 (uma) vez na semana (PMGIRS, 2018).

Segundo Gomes (2019), em 2018 foram coletadas 84.072 toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), correspondendo a uma média mensal de 7.006 toneladas. No ano de 2019, foram coletadas 86.160 toneladas, com uma média mensal de 7.180 toneladas, utilizando o cálculo de média simples.

A concepção de um modelo de gerenciamento dos resíduos sólidos apropriado para um município, de acordo com Vilhena (2018), aponta a necessidade de entender a quantidade, a qualidade do lixo gerada em uma determinada localidade, decorrentes do tamanho, das características socioeconômicas e culturais de uma população, além do grau de urbanização e hábitos de consumo vigentes.

Com o foco em um melhor direcionamento dos esforços para a reciclagem, foi necessária a realização de um estudo gravimétrico no intuito de identificar a composição, em peso, das diferentes classes de tratamentos dos resíduos coletados pela municipalidade. O resultado possibilitou estimar as quantidades de resíduos orgânicos (passíveis de compostagem), recicláveis (passíveis de reaproveitamento, processamento e/ou reuso) e rejeitos (a serem dispostos nos aterros sanitários) para um horizonte de 12 anos (PMGIRS, 2018).

Um cálculo de média simples, utilizando os percentuais e a quantidade de extratos presentes no estudo, possibilitou apontar a composição dos resíduos domiciliares da cidade como sendo: 53,6% de orgânicos (maiores índices entre as famílias que ganham entre 2 (dois) e 5 (cinco) salários mínimos), 21,8% de recicláveis (sendo o maior índice entre as famílias com renda entre 8 (oito) a 10 (dez) salários) e 24,6% de rejeitos (o maior índice está nas famílias de até 1 (um) salário).

Com base nos dados sobre a coleta dos resíduos no período de 2017 a 2019 e o estudo gravimétrico de 2018, obtém-se a composição dos RSU de Suzano e suas respectivas proporções em toneladas (Figura 1).

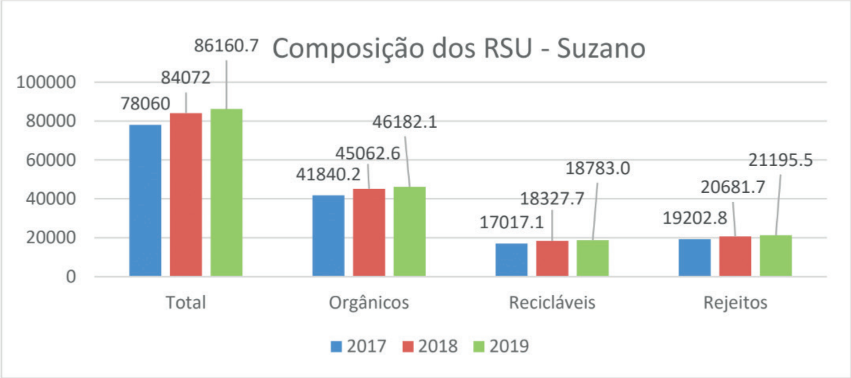


Figura 1 - Composição dos RSU em Suzano.

Fonte: Adaptado de PMGIRS (2018) e GOMES (2019).

Em uma análise mais detalhada, temos a seguinte proporção de matéria orgânica, recicláveis e rejeitos, em toneladas, resultantes dos resíduos domiciliares e comerciais coletados no município (Tabela 1).

Ano	RSU (100%)	Orgânicos (53,6%)	Recicláveis (21,8%)	Rejeitos (24,6%)
2017	6.505	3.487	1.418	1.600
2018	7.006	3.755	1.527	1.723
2019	7.180	3.848	1.566	1.766

Tabela 1 - Quantidade média mensal de RSU em Suzano, por tonelada.

Fonte: Adaptado de PMGIRS (2018) e GOMES (2019)

4.2 Sistema Proposto (PMGIRS) Versus Sistema Implantado

O presente item tem como objetivo confrontar as políticas propostas pelos planos de gerenciamento com os resultados efetivamente obtidos por meio do sistema implantado.

4.2.1 Coleta e transporte

O sistema de coleta do município atende às demandas mencionadas no PMGIRS (2018), com coleta regular de pelo menos uma vez por semana em 100,00% da área do município. Promove coleta de 6 (seis) vezes por semana na zona central da cidade e de 3 (três) vezes por semana nas demais áreas urbanas, em dias alternados.

O processo de coleta dos resíduos urbanos está previsto no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) (2019) como: Coleta direta ou indireta na área urbana,

com frequência mínima de 3 (três) vezes por semana e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos.

O sistema de coleta do município apresenta 100% de cobertura nas áreas pré-determinadas no PMGIRS, em que os resíduos domiciliares comerciais e os resíduos das áreas afastadas de núcleos urbanos estão inseridos.

Seria importante salientar que a utilização de caçambas em locais determinados, devido à dificuldade de acesso em algumas áreas mais afastadas, possibilita o desenvolvimento de uma fauna sinantrópica que pode trazer diversos problemas sanitários aos locais.

Dados da empresa prestadora do serviço mencionam que aproximadamente 155 toneladas de resíduos ao mês são coletadas por intermédio das caçambas nas áreas de difícil acesso, o que corresponde a 2,37% da geração total mensal do município.

Considerando os últimos anos (2017 a 2019), foram coletados mensalmente no município, em média, 6.897 toneladas de resíduos domiciliares e comerciais, totalizando uma média geral total anual de 82.764 toneladas (Tabela 2).

Quantidade mensal e total anual de RSU coletados em Suzano				
Unidade	**Mês**	**2017**	**2018**	**2019**
Tonelada	Jan	6049,7	6515,6	7178,1
Tonelada	Fev	5963,8	6423,1	6943,1
Tonelada	Mar	6369,7	6860,3	7267,7
Tonelada	Abr	6299,4	6784,6	7094,5
Tonelada	Mai	6322,9	6809,8	7100,1
Tonelada	Jun	6486,8	6986,4	6922,4
Tonelada	Jul	6557,0	7062,0	7136,3
Tonelada	Ago	6518,0	7020,0	6823,5
Tonelada	Set	6572,7	7078,9	7003,7
Tonelada	Out	6627,3	7137,7	7151,0
Tonelada	Nov	6923,9	7457,2	7427,3
Tonelada	Dez	7368,9	7936,4	8113,1
Tonelada	Total	78060,0	84072,0	86160,7

Tabela 2 - Quantidade mensal e total anual de RSU coletados em Suzano

Fonte: Adaptado de Gomes (2019)

O sistema de coleta atende apenas às demandas inseridas no PMGIRS (2018). Porém, as diretrizes mencionadas no PLANSAB (2019) e no PNRS (2010) relacionadas à disposição final ambientalmente adequada não ocorre no município e não contam com menção de forma objetiva e estabelecimento de metas na PMGIRS (2018).

4.2.2 Transbordo

Transbordo é a denominação que se dá à instalação intermediaria entre o serviço de coleta e o ponto de destinação final, em cujo interior os resíduos são transferidos de um veículo a outro meio de transporte, que podem ser: caminhões de maior capacidade, barcaças ou vagão ferroviário (BARBOSA; IBRAHIN, 2014).

O transbordo é mencionado na PMGIRS (2018) como uma alternativa para a redução de custos relacionados ao transporte dos resíduos até o aterro, sendo um local utilizado apenas para transferência dos resíduos coletados para caminhões com capacidade de carga maior.

O local atende apenas à demanda de transferência dos resíduos, não conta com estrutura apropriada para armazenamento, nem separação prévia para dar a destinação final ambientalmente adequada aos resíduos, conforme mencionado na PNRS (2010). Tampouco se realiza a compactação para maximizar a capacidade de carga dos caminhões utilizados para transporte.

Os resíduos transferidos no transbordo são encaminhados como rejeitos ao Centro de Disposição de Resíduos (CDR) Pedreira, subtraindo duas importantes etapas do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos: o tratamento prévio e a destinação final ambientalmente adequada mencionados na PNRS (2010).

Assim, a Estação de Transbordo de Resíduo (ETR) de Suzano apresenta sua funcionalidade e seu propósito como uma estação meramente utilizada para transferência de carga, e, desta forma, o gerenciamento dos resíduos domiciliares e comerciais não está atendendo os dispositivos legais e normativos.

4.2.3 Disposição final

O município de Suzano não tem área para a disposição final de resíduos sólidos domiciliares. Os resíduos gerados são encaminhados a um aterro sanitário licenciado em outro município depois de passar pela Estação de Transbordo.

Para a disposição final, o CDR Pedreira foi selecionado. O aterro conta com o Índice de Qualidade e Aterro de Resíduos (IQR) de 9,8, de acordo com o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos 2017, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (PMGIRS, 2018).

O empreendimento conta com impermeabilização do solo, sistema de drenagem, 10 poços de análise de águas subterrâneas e 3 (três) pontos de análise de águas superficiais.

O chorume produzido é coletado e armazenado em lagoas de acumulação e encaminhado para tratamento externo em caminhões-tanque. Tem uma central de combustão de biogás e trata o metano por meio de combustão controlada, estando dentro das exigências normativas dos reguladores.

O local apresenta toda a estrutura necessária e atende às demandas previstas na

PNRS (2010), com exceção do aproveitamento energético dos gases produzidos no aterro. Segundo o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos 2018, O CDR continua com o IQR de 9,8, de um total de 10 (dez) pontos possíveis (CETESB, 2019).

Não foi possível confirmar se de fato houve a ampliação da vida útil do aterro, prevista para acontecer até dezembro de 2020, que resultaria na ampliação de sua vida útil por mais 10 (dez) anos.

4.2.4 Coleta seletiva

De acordo com a PNRS, somente os resíduos classificados como rejeitos devem ser encaminhados ao aterro sanitário, o que poderia resultar em uma diminuição do volume de resíduos dispostos, aumentando a vida útil dos aterros (PMGIRS, 2018).

A coleta seletiva pública é realizada pontualmente em estabelecimentos comerciais e residências cadastradas, não chegando a cobrir bairros inteiros por meio de um caminhão de coleta destinado para este fim (PMGIRS, 2018). Informações da prestadora de serviços de acordo com Gomes (2019), relatam que a adesão para a separação dos resíduos por parte dos cidadãos é muito baixa e que muitas vezes a coleta de tais materiais acaba sendo feita pelo caminhão da coleta regular, impedindo assim a triagem e o reaproveitamento dos resíduos que seriam destinados para esse fim.

A coleta seletiva é realizada no município por um caminhão-gaiola que atende a Cooperativa Unidos Venceremos (UNIVENCE), realiza a rota de coleta determinada pela cooperativa e utiliza o centro de triagem localizado no Jardim Colorado para a triagem e separação dos recicláveis.

Nas áreas mais afastadas e na área rural, não existe programação de coleta seletiva e nem Pontos de Entrega Voluntária (PEV) por não haver dados da geração desses resíduos (PMGIRS, 2018).

Observando que a composição dos resíduos na caracterização gravimétrica apresenta orgânicos, recicláveis e rejeitos, pode-se entender que entre os resíduos dessas áreas, tal constituição permaneça estável. Ainda que as proporções possam ser diferentes, isso contribui para o aumento do volume de resíduos que deveriam ser reciclados e/ou reaproveitados e que acabam indo para a disposição final no aterro.

Segundo a Gomes (2019), a empresa prestadora dos serviços informou a SMMA que coletou uma média mensal de 460 toneladas de resíduos recicláveis em 2017, 475 toneladas em 2018 e 546 toneladas em 2019 (Tabela 3).

Volume de recicláveis coletados em Suzano		
Ano	**Média Mensal**	**Total Coletado**
2017	460	5.519
2018	475	5.705
2019	546	5.750

Tabela 3 - Coleta seletiva no município, em toneladas(t.).

Fonte: Adaptado de GOMES (2019).

Utilizando os dados da coleta dos RSU, da coleta seletiva dos anos de 2017 a 2019 e do estudo gravimétrico de 2018 foi possível identificar a proporção de recicláveis presente no volume de resíduos coletados, e fazer uma comparação destes números com o volume coletado pela coleta seletiva com a finalidade de entender a efetividade do programa (Tabela 4).

Volume total anual e média mensal de RSU coletados no município				
Ano	**Unidade**	**Média mensal**	**Total anual**	**Percentagem (%)**
2017	Tonelada	6.505	78.060	100
2018	Tonelada	7.006	84.072	100
2019	Tonelada	7.181	86.161	100
Volume total anual e média mensal dos recicláveis presente nos RSU				
Ano	**Unidade**	**Média mensal**	**Total anual**	**Percentagem (%)**
2017	Tonelada	1.419	17.018	21,8
2018	Tonelada	1.527	18.328	21,8
2019	Tonelada	1.565	18.783	21,8
Volume total anual e média mensal dos recicláveis coletados				
Ano	**Unidade**	**Média mensal**	**Total anual**	**Percentagem (%)**
2017	Tonelada	419	5.024	6,4
2018	Tonelada	475	5.705	6,8
2019	Tonelada	523	5.750	7,3

Tabela 4- Comparação entre os volumes coletados de RSU, volume de recicláveis presente na coleta (utilizando a média encontrada no estudo gravimétrico) e volume de recicláveis coletados efetivamente.

Fonte: Adaptado de GOMES (2019) e PMGIRS (2018)

O município apresenta um volume considerável de recicláveis presente no volume total coletado (Figura 2).

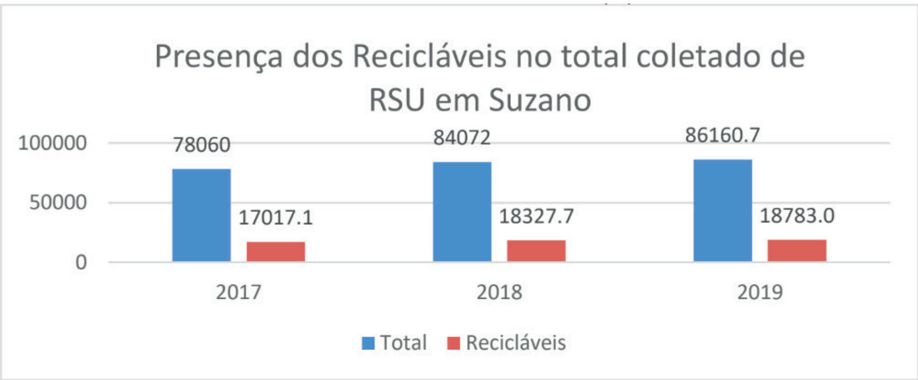


Figura 2 - Presença dos Recicláveis no volume total anual de RSU coletados em tonelada (t.)

Fonte: Adaptado de PMGIRS (2018) e GOMES (2019)

A Figura 3 apresenta o volume total em toneladas (t.) de recicláveis presentes na coleta regular, e a parte destacada em vermelho corresponde ao volume recolhido pelo sistema de coleta seletiva do município.

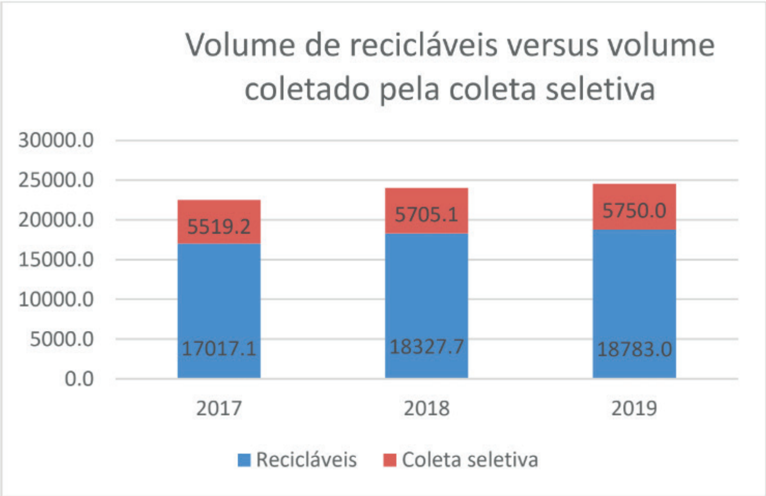


Figura 3- Volume de recicláveis presente na coleta regular e o volume coletado pelo sistema de coleta seletiva em toneladas (t.)

Fonte: Adaptado de PMGIRS (2018) e GOMES (2019)

Os volumes apresentados pela coleta seletiva, se comparados com o volume aproximado presente nos resíduos coletados, seria proporcional a apenas 35% do total em 2018 e a 34% em 2019. Esses dados podem demonstrar que aproximadamente 65% dos recicláveis que normalmente são coletados ainda estariam presentes na coleta regular e

consequentemente não sendo destinados adequadamente.

O maior centro de triagem do município fica localizado no bairro do Jardim Colorado, na rua Biotônico n° 1900. Este recebe materiais recicláveis dos ecopontos da cidade e dos condomínios residenciais e comerciais e demais pontos cadastrados no programa, incluindo comércios e serviços.

Para que o processo de coleta seletiva, triagem, separação e reciclagem pudesse continuar a funcionar no centro de triagem do Colorado, o contrato com a UNIVENCE foi renovado pela municipalidade em 2019.

Dessa forma, o processo de inclusão social, criação de fonte de renda e redução da quantidade dos resíduos produzidos no município, que seriam levados para a disposição final em aterro, encontra-se presente, podendo ser considerada como uma avaliação positiva uma vez que a resolução tem por finalidade processar uma quantidade de aproximadamente 40 toneladas/mês.

O sistema está em desenvolvimento. Apesar disso, é necessário que ele seja adotado por parte dos cidadãos para que haja melhoras nos resultados: o montante corresponde a apenas 35% do volume dos recicláveis coletados entre os 100% daqueles produzidos no município.

4.2.5 Resíduos orgânicos

Resíduos Orgânicos são os resíduos provenientes de matéria orgânica e biodegradáveis, como sementes, galhos, restos florestais, dejetos animais (fezes, urina etc.), sobras de alimentos (BARBOSA; IBRAHIN, 2014).

Os resíduos orgânicos são encontrados em grandes quantidades nos resíduos sólidos domiciliares da cidade. Segundo o último estudo gravimétrico feito pela SMA e disponibilizado na revisão do PMGIRS (2018), mais de 50% dos resíduos domiciliares são de ordem orgânica, e entre os estabelecimentos comerciais este número sobe para mais de 60% da totalidade dos resíduos gerados.

Com base nos dados do volume coletado de RSU nos anos de 2017 a 2019 e utilizando as informações do estudo gravimétrico realizado em 2018, foi possível identificar a proporção de orgânicos presente no volume total de resíduos coletados (Tabela 5).

Volume total anual e média mensal de RSU coletados no município				
Ano	**Unidade**	**Média mensal**	**Total anual**	**Percentagem (%)**
2017	Tonelada	6.505	78.060	100
2018	Tonelada	7.006	84.072	100
2019	Tonelada	7.181	86.161	100

Volume total anual e média mensal dos orgânicos presente nos RSU				
Ano	**Unidade**	**Média mensal**	**Total anual**	**Percentagem (%)**
2017	Tonelada	3.487	41.840	54
2018	Tonelada	3.755	45.063	54
2019	Tonelada	3.849	46.182	54

Tabela 5 - Volume total anual e média mensal dos RSU e a proporção de orgânicos presente neste volume em toneladas

Fonte: Adaptado de GOMES (2019) e PMGIRS (2018)

O Art 17. Inciso 3° da PNRS (2010), prevê: "III – metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;" (BRASIL, 2010, p.25).

No perímetro rural do município de Suzano, o índice de resíduos orgânicos é menor, 25% de um total de 100% gerado devido à grande parte de os resíduos orgânicos serem reaproveitados em forma de adubo pelos agricultores (PMGIRS, 2018).

Suzano conta com 23 feiras livres semanais, distribuídas no município, em todos os dias da semana, exceto às segundas-feiras. E gera, de acordo com Gomes (2020), um volume de 70 toneladas por mês, sendo na média 17.500 quilogramas (17,5 t.) por semana de resíduos orgânicos direcionados ao aterro.

Os resíduos orgânicos de Suzano são levados junto com os demais resíduos coletados para o aterro CDR Pedreira e, até o momento, não existem alternativas propostas ou em análise com o objetivo de modificar essa situação.

4.3 Melhoria do Sistema de Gerenciamento de Resíduos

O caminho para as mudanças nos sistemas de gerenciamento dos resíduos sólidos municipal se faz por meio da evolução e não da revolução (VILHENA, 2018). Então, esse processo evolutivo precisa de um suporte proporcionado por meio da educação de todos os envolvidos para que possa ocorrer.

A Lei n° 9.795, de 27 de Abril de 1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), define Educação Ambiental (EA) em seu art. 1° como:

> Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, p. 1).

A PNRS tem como um dos seus objetivos apontados em seu art. 7°, a intensificação de ações da educação ambiental (BRASIL, 2010).

Dessa maneira, e, considerando a situação do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares de Suzano, tendo em vista a análise das políticas e ações

propostas pelo PMGIRS e aquelas efetivamente implantadas, se faz necessário propor algumas sugestões de melhoria no sistema, como:

4.3.1 Elaboração de um programa de educação ambiental

Preparação de materiais didáticos e eventos de conscientização envolvendo toda a sociedade, por meio da participação cooperada de todas as secretarias municipais e empresas geradoras de resíduos, em especial fornecedores de produtos e serviços à municipalidade.

Os materiais, de fácil compreensão, como cartilhas, folders, etc., seriam elaborados objetivando a distribuição a todos os cidadãos, com o propósito de conscientizar as pessoas sobre os resíduos sólidos domiciliares, buscando atingir a todos os públicos, com linguagem simples, autoexplicativa, contendo imagens que contribuam para o processo de educação e formação de uma nova cultura quanto aos resíduos.

É importante que o material de caráter informativo seja cuidadosamente elaborado, o que implica conter informações claras e didáticas com vistas a demonstrar a importância da separação dos resíduos e do lixo. Esse trabalho de conscientização deveria ser desenvolvido em cooperação, não apenas com a secretaria da educação, mas com todas as secretarias do governo municipal, possibilitando atingir o maior número possível de pessoas nas escolas e comunidades.

O material poderia conter um canal digital para garantir maior alcance, de preferência com um enredo simples e buscando propor a ideia de responsabilidade do gerador e das consequências principais caso uma mudança no comportamento não ocorra.

O foco do trabalho seria colocar o cidadão como protagonista e proporcionar conhecimento sobre o que é rejeito (lixo), e o que é resíduo (orgânico e reciclável) e as possibilidades existentes com a separação destes em casa, nos estabelecimentos comerciais e como os catadores e as cooperativas podem colaborar para o processo de reaproveitamento, triagem e envio para a reciclagem.

Com essas iniciativas, a educação ambiental pode contribuir para mudar a visão que se tem dos catadores e reconhecer sua importância, conforme mencionam Rosa e Saito (1997) *apud* Ruscheinsky (2012): é preciso buscar com a educação ambiental romper as barreiras geográficas e culturais entre a sociedade e os catadores de lixo.

4.3.2 Programa de incentivo à coleta seletiva

A criação de uma campanha de divulgação e incentivo ao programa de coleta seletiva, embora existente, não conta tanto quanto se percebe com o devido conhecimento dos cidadãos. Instruções de como proceder e participar seria adequado para aproveitar o momento e o material a ser elaborado e distribuído.

De acordo com o novo Marco Legal do Saneamento, Lei n° 14.026 de 15 de Julho de

2020, Art. 35, as taxas ou tarifas decorrentes da prestação de serviço de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, “a cobrança de taxa ao cidadão referente ao manejo feita de forma mais expressa pode representar um apoio a iniciativas de redução na geração e para a coleta seletiva e compostagem com suporte na lei” (BRASIL, 2020, p. 16).

Observando que o Art. 35 da Lei n° 14.026 de 2020, em seu parágrafo 2°diz:

> A não proposição de instrumento de cobrança pelo titular do serviço nos termos deste artigo, no prazo de 12 (doze) meses de vigência desta Lei, configura renúncia de receita e exigirá a comprovação de atendimento, pelo titular do serviço, do disposto no art. 14 da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, observadas as penalidades constantes da referida legislação no caso de eventual descumprimento (BRASIL, 2020, p. 16).

É importante destacar que o prazo para os municípios com um plano de gestão integrada de resíduos sólidos, como é o caso de Suzano, é julho de 2021 para essa proposição de instrumento de cobrança (BRASIL, 2020).

O suporte da lei para a cobrança sobre o manejo aos cidadãos através de taxa pela prefeitura pode representar uma ferramenta para promover benefícios relacionados aos resíduos e à sustentabilidade financeira.

Caso a cobrança da taxa seja implementada, existe a possibilidade de haver redução da taxa a ser cobrada do cidadão mediante a participação dele em ações relacionadas com a separação e compostagem dos resíduos realizados em sua própria casa, auxiliando no desenvolvimento de um sistema integrado mais eficiente.

Cabe salientar que além das estruturas já existentes, é possível que seja necessário um aumento na capacidade de separação e triagem como resultado da adesão dos munícipes à iniciativa, e que tal demanda pode contribuir para o incremento da renda aos cooperados.

No município já estão presentes os PEVs em alguns locais e também os Ecopontos, que são locais instalados em pontos estratégicos do município para a população levar os materiais previamente segregados com foco em dar a eles destinação adequada (PMGIRS, 2018).

Uma alternativa adicional, com vistas a reforçar o sistema, seria criar centros de coleta seletiva em todos os bairros que fazem parte da coleta regular, definindo dias específicos para coleta desses materiais a ser definidos entre a cooperativa, a prestadora de serviços e a comunidade local.

O volume proporcionado pelo sucesso de tais ações pode levar à necessidade de ampliar os centros de triagem existentes ou criar um centro adicional com estrutura voltada à triagem, separação e acondicionamento para envio ao processo de reciclagem feito pela cooperativa.

4.3.3 Usina de compostagem

Os resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil apresentam alto percentual de matéria orgânica. Entretanto, a compostagem, um dos tratamentos mais indicados para esse tipo de resíduo, ainda é pouco praticada no país (ABRELPE, 2015).

O material educativo pode contribuir informando aos cidadãos como ter uma composteira em casa e assim reduzir os resíduos orgânicos e reaproveitá-los em seus jardins e plantas.

Outro ponto a ser sugerido posteriormente à efetivação do sistema de coleta seletiva no município seria a instalação de uma usina de compostagem como uma alternativa indicada para aproveitar os resíduos orgânicos.

Importante salientar que uma análise sobre o tema só seria apropriada após a implementação efetiva de um processo de separação dos resíduos por grande parte dos munícipes, resultando em um grande volume de resíduo orgânico passível de reaproveitamento.

O município de Suzano conta com alguns fatores que podem impactar de forma positiva: a cidade está inserida na área denominada "Cinturão Verde", onde o foco principal é a produção de hortaliças, o que poderia representar um mercado com perspectivas positivas para o Composto de Resíduos Sólidos Urbanos (CRSU).

A possibilidade de obter apoio de outros municípios da região para viabilizar um projeto e instalar uma usina de médio porte ou maior é uma realidade, sobretudo diante das diretrizes impostas pela PNRS e pelo Marco Legal do Saneamento, de acordo com os quais a formulação de soluções consorciadas mostra-se como a melhor das alternativas, inclusive com possibilidade de aportes financeiros.

Uma iniciativa conjunta com outros municípios vizinhos para a produção do CRSU poderia proporcionar viabilidade de forma econômica e relacionada com a área necessária para a implementação da usina, já que Suzano possui cerca de 70% de sua área sendo considerada de preservação ambiental, fato que configura um desafio para instalação de uma usina de compostagem.

O que fica por averiguar seria a possibilidade de parceria com outros municípios vizinhos no projeto de desenvolvimento, que inclui encontrar uma área que possibilite a implantação da usina e que apresente uma logística viável a todos os envolvidos no projeto da usina de compostagem.

A área a ser utilizada contaria com uma estrutura para o processo de aeração, acomodação e remoção do produto final. Nesse mesmo período, seria necessário buscar possíveis consumidores do CRSU produzido, para que tão logo os primeiros lotes de CRSU sejam produzidos, estes sigam para os mercados/clientes, sendo esta atividade de responsabilidade da empresa/cooperativa responsável pela sua elaboração.

Por fim, caso o projeto de melhoria do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos

domiciliares se torne realidade, o município poderia ser visto como exemplo para muitos outros, promovendo mudanças consistentes, implantando o conceito de responsabilidade compartilhada, de forma ativa, promovendo integração social e redução dos rejeitos a serem dispostos no aterro sanitário, estando assim em consonância com a PNRS e os conceitos básicos de sustentabilidade.

5 I CONCLUSÃO

O presente trabalho explicitou os desafios apresentados nos processos de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de Suzano, ao confrontar as políticas e ações propostas pelos planos de gerenciamento (PMGIRS) e os resultados efetivamente obtidos, possibilitando a elaboração de propostas de melhoria capazes de beneficiar o município, seus cidadãos e demais envolvidos.

Foi possível compreender os desafios presentes no processo de gerenciamento e entender que o município apresenta um sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos em desenvolvimento, com um sistema de coleta atendendo às necessidades básicas do município, e com um sistema de coleta seletiva em desenvolvimento que proporciona uma redução de aproximadamente 35% dos recicláveis produzidos pelo domicílios e comércios da cidade.

Há um grande volume de resíduos orgânicos e recicláveis sendo levados junto como rejeitos para a disposição final no aterro sanitário, reforçando a necessidade de fortalecer o sistema para que melhores resultados de ordem econômica e ambiental possam ser alcançados.

A adesão ao processo de separação por parte dos cidadãos e comerciantes é fundamental para que o processo de coleta seletiva, triagem e reciclagem possa acontecer de fato.

Destaca-se o processo de educação ambiental como ferramenta essencial a ser utilizada para gerar a adesão necessária por parte dos cidadãos, comerciantes e demais geradores.

O presente trabalho possibilitou a apresentação de sugestões para a melhoria do sistema implantado no município por meio de um plano que consiste em um processo de educação ambiental cujos focos são: o aumento da adesão ao processo de separação por parte dos cidadãos e comerciantes, a melhoria do sistema de coleta seletiva e uma possível implementação de uma usina de compostagem. O principal objetivo da usina seria reduzir o volume de resíduos orgânicos presentes na coleta e seu direcionamento ao aterro como rejeito.

Quanto a esse aspecto, cumpre ressaltar que as ações de melhoria mencionadas podem contribuir para a preservação do meio ambiente por meio da redução dos volumes de recicláveis e orgânicos levados para disposição final no aterro, bem como produzir

benefícios socioeconômicos na geração de renda dos cooperados e cooperativa(s) através do processo de coleta seletiva fortalecido e atuante.

Por fim, não é possível colher resultados diferentes executando as ações da mesma forma. Enquanto, se a transformação não puder ocorrer de forma consistente, a geração, o descarte e a disposição dos resíduos sólidos domiciliares tendem a continuar promovendo os mesmos desafios, em proporções cada vez maiores.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Resíduos Sólidos - Classificação, NBR 10004. Rio de Janeiro. 2004.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil** - 2019. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Estimativas dos custos para viabilizar a universalização da destinação adequada de resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2015

Barbosa, Rildo Pereira; Ibrahin, Francini Imene. **Resíduos sólidos: impactos, manejo e gestão ambiental**. São Paulo: Érica, 2014.

Brasil. Lei nº 12.305, de 22 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 3 ago. 2010. 29 p. Brasília, DF.

Brasil. Lei n° 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico**; altera a Lei n°9.984, de 17 de julho de 2000; atribui a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Diário Oficial da União, 16 jul. 2020. 26 p. Brasília, DF.

CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente. **Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos**. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente. 2019.

Dias, Reinaldo. **Sustentabilidade: origem e fundamentos: educação e governança global; modelo de desenvolvimento**. São Paulo: Atlas, 2015.

Fraga, Simone Carvalho Levorato. **Reciclagem de materiais plásticos: aspectos técnicos, econômicos, ambientais e sociais**. São Paulo: Érica, 2014.

Gomes, Jéssica Aline Cardoso *et al.*, **Uma Análise da Coleta Seletiva nos Pontos de Entrega Voluntária em Teresina, Piauí.** In: Rodrigues, Tayronne de Almeida; Neto, João Leandro; Galvão, Dennyura Oliveira (org.). Meio ambiente, sustentabilidade e **agroecologia** *6*. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. v. 6, cap. 15, p. 159-171. ISBN 978-85-7247-334-7. [recurso eletrônico].

Gomes, Valter. Dados coleta de resíduos sólidos Suzano. Suzano, 2019. Mensagem eletrônica (e-mail). 15 nov. 2019.

Mano, Eloisa Bisasotto. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. São Paulo: Blucher, 2005.

PLANSAB- **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Ministério do Desenvolvimento Regional. Julho 2019. Disponível em :<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_Conselhos_Resolu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2020.

PMGIRS- **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Revisão do Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos de Suzano. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. Novembro 2018. Disponível em: <https://suzano.sp.gov.br/web/wp-content/uploads/2019/03/Revisao_do_PMGIRS_2018_Preliminar.pdf>. Acesso em: 28 set. 2019.

PNRS- **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, versão preliminar. Ministério do Meio Ambiente. Setembro 2011. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/253/publicação/253publicacao02022012041757.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2019.

Rocha, Julio Cesar. **Introdução à química ambiental**. São Paulo: Bookman,2009.

Ruscheinsky, Aloisio (org.). **Educação ambiental: abordagens múltiplas**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

Santaella, Sandra Tédde *et al*. **Resíduos sólidos e a atual política ambiental brasileira.** Fortaleza: Nave, 2014.

SEBRAE-MS- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Gestão de resíduos sólidos: uma oportunidade para o desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas**. São Paulo: Instituto Envolverde: Ruschel & Associados, 2012.Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilhas/gestao_de_residuos_solidos-sebrae.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019

Silva Filho, Carlos Roberto Vieira da; SOLER, Fabrício Dourado. **Gestão de resíduos sólidos [livro eletrônico]: o que diz a lei.** 3. ed. São Paulo: Trevisan, 2015.

Silveira, José Henrique Porto. **Sustentabilidade e responsabilidade social.** Belo Horizonte: Poisson, 2017. v. 3.

Tagliaferro, Evandro Roberto. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares em São José do Rio Preto: Estudo de Caso**. In: Rodrigues, Tayronne de Almeida; Neto, João Leandro; Galvão, Dennyura Oliveira (org.). *Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 6*. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. v. 6, cap. 23, p. 239-253. ISBN 978-85-7247-334-7. [recurso eletrônico].

Toneto Júnior, Rudinei; Saiani, Carlos César Santejo; Dourado, Juscelino. **Resíduos sólidos no Brasil: oportunidades e desafios da lei federal nº 12.305 (lei de resíduos sólidos).** [s.l]: [s.n.], 2014.

Vilhena, André. (Coordenação geral). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** 4. ed. São Paulo: CEMPRE, 2018.

CAPÍTULO 8

PROPOSTA DE UM PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS SUSTENTÁVEL PARA UM ESTABELECIMENTO COMERCIAL VAREJISTA

Data de aceite: 21/07/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Renata Farias Oliveira
Universidade Luterana do Brasil, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Canoas – RS
http://lattes.cnpq.br/6179054204266695

Ana Roberta Fragoso
Universidade Luterana do Brasil, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Canoas – RS
http://lattes.cnpq.br/1978577205329315

Nádia Teresinha Schröder
Universidade Luterana do Brasil, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Canoas – RS
http://lattes.cnpq.br/6529432304629236

RESUMO: A geração de resíduos sólidos, principalmente urbanos, alimenta um dos maiores problemas ambientais, ocasionado pelo crescimento populacional, industrialização e o modelo de desenvolvimento econômico. Neste cenário, os supermercados, possuem papel importante na aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Eles têm responsabilidade perante a sociedade quanto a disseminação e socialização de boas práticas para a otimização dos resíduos. Desta forma, o supermercado pode ser um dos protagonistas na conscientização da população, por meio de boas práticas, a fim de potencializar o aproveitamento de subprodutos, fazer uso da reciclagem com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos com potencial reciclável evitando a sua disposição final em aterros. Assim sendo, este trabalho teve como objetivo elaborar uma proposta de Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Sustentável para uma filial de uma rede de supermercados. A fim de integrar a proposta da gestão de resíduos gerados, a metodologia aplicada foi a partir de visitas *in loco* realizadas para um diagnóstico inicial. Também foi identificado o funcionamento de cada setor e quais os tipos de resíduos sólidos e o respectivo volume gerado em cada um deles. Como proposta de ações sustentáveis foram indicados minimização de resíduos sólidos, redução da utilização de energia elétrica e do consumo de água, além da formação de um Eco Time para a efetiva fiscalização dessas ações. Cabe ressaltar que a educação ambiental para colaboradores e clientes, a partir do uso de boas práticas e sua socialização faz parte dessas ações sustentáveis. Por fim, conclui-se que o supermercado pode tornar-se o principal elo de informação e de vínculo do cliente com as práticas de preservação ambiental, implantadas no dia a dia.

PALAVRAS - CHAVE: Resíduos sólidos, Plano de Gestão de Resíduos Sólidos, supermercado, estabelecimento comercial, varejista.

PROPOSAL FOR A SUSTAINABLE SOLID WASTE MANAGEMENT PLAN FOR A RETAILER COMMERCIAL ESTABLISHMENT

ABSTRACT: The generation of solid waste, mainly urban, feeds one of the biggest environmental problems, caused by population growth, industrialization, and the economic development model. In this scenario, supermarkets have an important role in the application of the National Solid Waste Policy, as they have a responsibility to society regarding the dissemination and socialization of good practices for the optimization of waste in terms of recycling and in terms of final disposition. In this way, the supermarket can be one of the protagonists in raising awareness among the population, through good practices, to enhance the use of by-products, make use of recycling to reduce the amount of waste with recyclable potential, avoiding its disposal. landfills or dumps. Therefore, this work aimed to develop a proposal for a Sustainable Solid Waste Management Plan for a branch of a supermarket chain. To integrate the proposal for the management of waste generated, the methodology applied was based on on-site visits carried out for an initial diagnosis. The operation of each sector and the types of solid waste and the respective volume generated in each one was also identified. As a proposal for sustainable actions, minimization of solid residues, reduction in the use of electricity and water consumption were indicated, in addition to the formation of an Eco Time for the effective inspection of these actions. It should be noted that environmental education for employees and customers, based on the use of good practices and their socialization, is part of these sustainable actions. Finally, it is concluded that the supermarket can become the main link of information and link the customer with environmental preservation practices, implemented in everyday life.
KEYWORDS: Solid waste, Solid Waste Management Plan, supermarket, commercial establishment, retailer.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de cidades e de atividades industriais e comerciais que caracterizam o processo de urbanização, transformou o Brasil em um país urbano (DIAS, 2011). Esse crescimento da concentração humana nas cidades somado ao crescimento econômico baseado em uma cultura consumista, não foi acompanhado pela provisão de infraestrutura e de serviços urbanos, entre os quais se encontra o sistema de gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos. A problemática ambiental emerge da inadequação ou insustentabilidade de seus próprios padrões de produção e de consumo que, por sua vez, constituem o seu modelo de desenvolvimento (CUNHA; CALIJURI, 2013). A degradação dos ecossistemas pela sua contaminação causada pela crescente geração de resíduos sólidos, a disseminação de práticas inadequadas e a ausência de gestão dos problemas ocasionados por isso tem atingido as diferentes cidades do país tornando esta questão, dentro do contexto ambiental, urbano e de saúde pública, urgente e relevante (SANTIAGO, 2016; SILVA, 2015; MMA, 2011).

A gestão dos resíduos sólidos, no Brasil, encontra-se amparada pela Lei nº 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Figura 1). Ela

estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, as responsabilidades, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis e o compartilhamento de tarefas para solucionar problemas ambientais ocasionados pela concentração de atividades nos ambientes urbanos (BRASIL, 2011).



Figura 1: Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Fonte: BRASIL (2014)

Ela consagra princípios como o da prevenção e precaução, do poluidor-pagador, da ecoeficiência, da responsabilidade compartilhada entre poder público, fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores responsáveis pelo ciclo de vida do produto (Figura 2), do reconhecimento do resíduo como bem econômico e de valor social, do direito à informação e ao controle social, entre outros (BRASIL, 2014).



Figura 2: Ciclo de vida dos produtos.

Fonte: http://www.sindiplast.org.br (2017)

Na descrição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, há o registro da obrigatoriedade da estruturação e implementação de sistemas de logística reversa. Esse sistema é o instrumento de desenvolvimento econômico e social, formatado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios para coletar e devolver os resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo de vida ou em outros ciclos produtivos. Sua implementação deve ser realizada para aqueles resíduos que cujo grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente devem ser incluídos no sistema de logística reversa (BRASIL, 2011; BRASIL, 2014).

A caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) se faz necessária para fins de gerenciamento, porque permite estimar a quantidade de material potencialmente reciclável e de matéria putrescível que deve ser encaminhada para tratamento ou disposição final, além da quantidade de rejeitos que devem, necessariamente, ir para aterros sanitários (CUNHA; CALIJURI, 2013). Em especial, para os supermercados, os produtos que são obrigatórios à logística reversa são: pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, pneus e óleos lubrificantes. Se faz necessário, os comerciantes providenciarem recipientes para o devido acondicionamento destes produtos, e deixá-los exposto em local visível, para que os clientes possam descartá-los. A Lei Federal nº 12.305/2010 estabelece, ainda, uma hierarquia que deve ser observada para a gestão dos resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, instituindo

uma ordem de precedência que passa a ser obrigatória (Figura 3) (BRASIL, 2011; BRASIL, 2014, BRASIL, 2021).

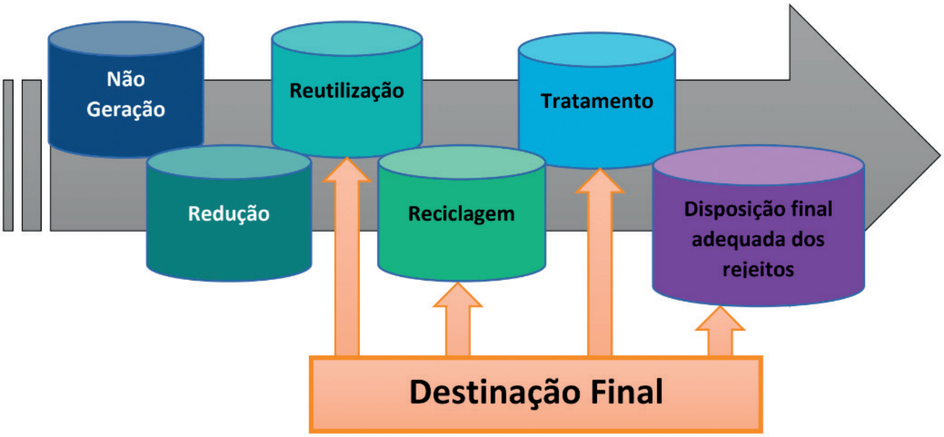


Figura 3 - Hierarquia das ações do manejo de resíduos sólidos, a partir de 02/08/2014.

Fonte: BRASIL (2014)

O manejo dos resíduos sólidos deve atender às dimensões ecológica, ambiental, cultural, demográfica, social, institucional, política, econômica, legal e ética com objetivo de atender a sustentabilidade ambiental, quer pela destinação adequada de resíduos, quer pela redução do consumo de recursos naturais (SILVA, 2015). A sustentabilidade precisa de planejamento, acompanhamento e avaliação de resultados, pois seus três pilares devem estar alinhados com os objetivos da empresa, não podendo ser definidos com base em ações pontuais ou simplesmente compensatórias. Uma das atividades que auxiliam no processo da sustentabilidade é a educação ambiental, e que deve ser entendida como educação política, no sentido de reivindicar e preparar os cidadãos para exigir justiça social, cidadania, autogestão e ética nas relações sociais e com a natureza (REIGOTA, 2012). A educação ambiental é um processo gradual e lento que busca a conscientização e a sensibilidade. Desta forma, pode ser vista como um desafio a ser superado pelos órgãos públicos e entidades privadas, onde a busca pela participação da comunidade é o princípio a ser atingido. E por fim a reciclagem aliada a educação ambiental, torna-se prática indispensável, quanto à gestão dos resíduos sólidos.

A política ambiental, que trata do comprometimento da empresa com as questões ambientais é estabelecida estrategicamente pela organização, por meio de normas que definirão quais processos deverão ser cumpridos por ela. Para que isso funcione se faz necessário uma comunicação efetiva entre todos os seus colaboradores e uma ampla socialização. Eles precisam compreender que, o envolvimento de todas as atividades que são desempenhadas por eles, podem estar relacionadas aos impactos que são causados

ao meio ambiente. Esse comprometimento empresarial é importante não só do ponto de vista ambiental, como também para a empresa, pois assim é possível identificar lacunas em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos e aos desperdícios e perdas (TEIXEIRA; OLIVEIRA; MALHEIROS, 2015).

A crescente preocupação com o meio ambiente, incrementada pelo aumento da difusão do consumo consciente tem proporcionado um destaque especial à etapa de descarte no processo decisório de compra. Além disso, os consumidores preferem comprar de empresas que atuam de forma responsável. E atuar de forma ambientalmente correta traz competitividade a ela (CERETTA; FROEMMING, 2013; TEIXEIRA; OLIVEIRA; MALHEIROS, 2015).

No ramo supermercadista, a minimização da geração dos resíduos é o principal objetivo a ser alcançando para o desenvolvimento de práticas sustentáveis. Os supermercados assumem uma posição importante quanto a distribuição de produtos e passam a assumir mais responsabilidades, essencialmente em relação ao descarte desses produtos e a produção de resíduos, exigindo-se novas formas de agir e de pensar da organização. Cabe ressaltar, que o impacto do varejo é baixo quando comparado ao provocado pelas indústrias, porém a quantidade de resíduo resultante das compras neste tipo de estabelecimento comercial e a quantidade de embalagens e sacolas resultantes dessas compras fazem do varejo um produtor e repassador de produtos geradores de resíduo doméstico. Mas, a preocupação maior é com o descarte dos produtos e o destino dos resíduos que se tornam um problema, em especial nas grandes cidades (CERETTA; FROEMMING, 2013). Neste contexto, o objetivo deste estudo é a proposição de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS) sustentável para uma rede de supermercados, a partir da análise de uma de suas unidades, combinado com ações da prática sustentável e de educação ambiental.

2 | METODOLOGIA

Para a proposta do PGRS (Figura 4) para uma rede de supermercados foram necessárias realizadas visitas *in loco*, com duas horas de duração, acompanhadas pelo gerente da filial e/ou encarregado do setor, durante dois meses, para observação das rotinas laborativas de cada setor que constituem o supermercado. Nos setores açougue, padaria, grill, cafeteria, fiambreria, mercearia, depósito, hortifrutigranjeiros e frente de caixa e mais os setores de recursos humanos, tecnologia da informação, marketing e projetos foram registrados os tipos de resíduos e volumes gerados, a separação e o acondicionamento, transporte e os respectivos destinos. No setor administrativo foi realizado um levantamento do descarte dos uniformes e EPI. Para os setores de higienização, sala de lanches, sala de descanso e sala de treinamentos, sanitários, equipamentos de informática, maquinários, casa de máquinas e sistema de refrigeração, gerador e central de gás foram realizadas

descrições do funcionamento e dos resíduos gerados.

Para o detalhamento dos resíduos sólidos foi utilizado o sistema operacional SISCORP. Esse sistema armazena por cinco anos, toda a movimentação de estoque e operação de nota fiscal de entrada e saída realizada.

Para o PGRS foram identificados os controles dos resíduos sólidos gerados e melhorias na sua separação e sua destinação. Além disso, foram propostas medidas para a minimização dos resíduos sólidos, redução do uso de energia elétrica e consumo de água e a formação de um Eco time, treinamentos sobre a separação dos resíduos sólidos, bem como a elaboração de cartilha de educação ambiental. Para a comunidade, foram desenvolvidos informativos sobre a logística reversa de lâmpadas, pilhas e baterias, assim como o recebimento de óleo vegetal saturado e o incentivo do uso das sacolas retornáveis ou de caixa de papelão.



Figura 4: Etapas para elaboração do PGRS.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os relatórios do sistema SISCOPR, registram toda e qualquer saída do supermercado, inclusive os resíduos sólidos gerados mediante emissão de nota fiscal. Para emissão dessa nota, é necessário a descrição dos resíduos e sua quantidade (Tabela 1), que é verificada através de uma balança instalada no setor de depósito. A operação deste tipo é chamada de “transferência de sucata”. Os resíduos que são transferidos para a central de triagem são: papel/papelão, plástico, vidro, metais, madeira, sacarias, lâmpadas e pilhas e baterias.

A central recebe os resíduos de todas as filiais, para a realizar a destinação.

Tipo de resíduo	Quantidade (kg)
Lâmpada	287
Madeira	80
Metais	650
Óleo Vegetal Saturado	5.200
Osso e Sebo	10.649
Papelão	9.1430
Pilhas e baterias	122
Plásticos	12.950
Sacaria	3.097
Vidro	819

Tabela 1: Quantidade (kg) de resíduos sólidos acumulada durante um ano em um supermercado

O resíduo de papelão é o de maior volume gerado, em virtude de os produtos para abastecimento estarem acondicionados em caixas e na sequência o plástico. O maior resíduo de plástico gerado, é do tipo “plástico filme”, que protege as mercadorias de cair dos *pallets*. Além disso, o plástico das embalagens dos produtos também é contabilizado no volume geral. O plástico do tipo PET só é gerado se alguma garrafa de refrigerante ou de água, estoura. Não há separação dos tipos de resíduos plásticos gerados. Diariamente, são gerados resíduos de papelão e de plástico no supermercado, e por esse volume, também, são transferidos diariamente para a central de triagem.

A madeira é o resíduo de menor geração, pois sua origem é das caixas de hortifrutigranjeiros e/ou por *pallets* que se quebram e não tem conserto. Este resíduo fica acumulado no setor de depósito até obter um volume significativo para a transferência para a central de triagem. O resíduo de sacaria é gerado no setor de hortifrutigranjeiros e padaria, que são as sacarias de batata, cebola e farinha, respectivamente. A periodicidade da transferência do volume do resíduo sacaria para a central de triagem é mensal. Os resíduos de papelão, plástico e sacaria são destinados para indústria de reciclagem. A destinação do resíduo madeira é para indústria de recuperação.

O resíduo de vidro é gerado somente quando uma embalagem é quebrada ou quando o produto estiver vencido e ele não possuir troca com o fornecedor. Neste último caso, o conteúdo da embalagem é destinado para o aterro sanitário e a embalagem de vidro é transferida para a central de triagem. A transferência do volume do resíduo de vidro para a central de triagem é mensal e seu destino é a para indústria de reciclagem.

Os resíduos de metais não são separados. Latas de alumínio, gôndolas metálicas, embalagens metálicas de produtos que estão vencidos e/ou avariados, que não possuem troca com o fornecedor são classificadas como metais. Os resíduos de

lâmpadas (incandescentes, fluorescentes e de LED), pilhas (Alcalinas) e baterias (9V) são contabilizados pelo consumo próprio do supermercado e pela entrega desse resíduo pelos clientes. O supermercado não realiza a coleta de bateria automotiva e bateria de celular. O resíduo metálico, pilhas e baterias ficam acumulados no setor de depósito até obter um volume significativo para a transferência para a central de triagem. E as lâmpadas, apesar de possuir acordo setorial, não há acordo com os fabricantes e fornecedores para que ocorra a logística reversa deste resíduo, ficando a cargo do estabelecimento a contratação de uma empresa para a coleta, transporte e descontaminação. Os resíduos metais, são destinados para indústria de reciclagem. A destinação dos resíduos pilhas e baterias é realizada por uma empresa contratada pelas indústrias que as fabricam, ficando sob responsabilidade do comerciante, a contratação da empresa que realiza o transporte até a indústria de reciclagem.

O resíduo de osso e sebo é gerado no setor de açougue, em virtude da desossa e limpeza da carne. Ele é destinado para indústria de fabricação de alimentação animal e o recolhimento é realizado no próprio supermercado. Os resíduos de carnes (bovina, suína ou de frango) que não estão próprias para consumo não são contabilizados junto com o resíduo de osso e sebo, pois a indústria de fabricação de alimentação não aceita, sendo destinação o aterro sanitário. O resíduo de óleo vegetal saturado é gerado pelos setores de padaria e grill, cuja troca se faz necessária a cada 10 dias.

O supermercado também realiza a coleta de óleo vegetal saturado dos clientes, que é contabilizado junto com o próprio consumo. A destinação do óleo vegetal saturado é o beneficiamento para indústria de alimentação animal.

A grande maioria dos resíduos orgânicos é gerada no setor de hortifrutigranjeiros, porém há outros setores que também geram esse resíduo. Alguns resíduos não são contabilizados pelo supermercado, por não possuir operação no sistema SISCORP e por não possuir orientação da gerência que eles precisam ser estimados. Os resíduos orgânicos são destinados para o aterro sanitário, onde a coleta e o transporte são realizados por uma empresa terceirizada.

Com o levantamento dos dados (Tabela 2) foi proposto ao supermercado a implantação do PGRS. Para isso todos os setores foram orientados a acondicionar seus resíduos, devidamente identificados. Isso permite a segregação adequada dos resíduos na origem, visando seu reaproveitamento, para posterior destinação final.

Resíduo/ Classe	Local de Geração	Acondicion.	Trans. e armaz. interno	Trans. externo armazenamento	Trans. externo destino	Tratamento	Destino	Unidade/ Frequência
Óleo vegetal saturado Classe II	Padaria e Grill	Bombona/ Tambor 200 L	Manual/ Depósito	Não há	Transporte do destinador	Beneficia-mento	Indústria de alimentação animal	430 L/mês
Orgânicos Classe II	Todo processo	Saco plástico e container	Manual/ Câmara Fria	Não há	Transporte terceirizado	Aterro sanitário	Aterro sanitário	5 t/mês
Osso e sebo Classe II	Açougue	Caixa plástica	Manual/ Câmara Fria	Não há	Transporte do destinador	Beneficia-mento	Indústria de alimentação animal	900 kg/mês
Papelão Classe II	Todo processo	À granel	Manual/ Depósito	Central triagem	Transporte do receptor	Reciclagem/ recuperação externa	Indústria de fabricação de papel reciclado e caixas de papelão	7.600 kg/mês
Plástico Classe II	Todo processo	À granel	Manual/ Depósito	Central triagem	Transporte do receptor	Reciclagem/ recuperação externa	Indústria de recuperação e fabricação de artefatos de materiais plásticos	1.100 kg/mês
Vidro Classe II	Todo processo	À granel	Manual/ Depósito	Central triagem	Transporte do receptor	Reciclagem/ recuperação externa	Indústria de reciclagem ou recuperação de vidro	65 kg/mês
Metais Classe II	Todo processo	À granel	Manual/ Depósito	Central triagem	Transporte do receptor	Reciclagem/ recuperação externa	Indústria de reciclagem ou recuperação de metais	55 kg/mês
Madeira Classe II	Todo processo	À granel	Manual/ Depósito	Central triagem	Transporte do receptor	Reciclagem/ recuperação externa	Indústria de reciclagem ou recuperação de madeira	55 kg/mês
Sacarias Classe II	Hortifruti e padaria	À granel	Manual/ Depósito	Central triagem	Transporte do receptor	Reciclagem/ recuperação externa	Devolução ao fornecedor e indústria de reciclagem	260 unid/mês
Pilhas Classe I	Todo processo	À granel	Manual/ Depósito	Central triagem	Transporte terceirizado	Descontami-nação	Indústria de descontaminação	10 kg/mês
Lâmpadas Classe I	Todo processo	Caixas	Manual/ Depósito	Central triagem	Transporte do receptor	Descontami-nação	Indústria de descontaminação	25 unid/mês
Papel (Folha A4) Classe II	Adminis-trativo	À granel	Manual/ Depósito	Central triagem	Transporte do receptor	Reciclagem/ recuperação externa	Indústria de fabricação de papel reciclado e caixas de papelão	kg/sem volume estimado
Emb. Tinta e pincéis Classe I	Cartazista	À granel	Manual/ Depósito	Não há	Transporte do receptor	Aterro sanitário	Aterro sanitário	32 e 08 unid/ano respectiv.
Produtos de limpeza Classe I	Todo processo	À granel	Manual/ Depósito	Não há	Transporte do receptor	Aterro sanitário	Aterro sanitário	kg/sem volume estimado
EPI Classe II	Todo processo	À granel	Manual/ Administrat.	Matriz	Transporte do receptor	Reciclagem ou recuperação externa	Indústria que forneceu o EPI	kg/sem volume estimado
Uniforme Classe II	Todo processo	À granel	Manual/ Administrat.	Matriz	Transporte do receptor	Incineração	Incineração	kg/sem volume estimado
Cilindro R22 Classe I	Refrige-ração	À granel	Manual/ Não há	Não há	Transporte do receptor	Devolução para indústria	Indústria que forneceu o cilindro	Un./ /sem volume estimado
Equip. Informática Classe I	Todo processo	À granel	Manual/ Não há	InformáticaMatriz	Transporte do receptor	Reciclagem/ recuperação externa	Reciclagem/ recuperação externa	Un./ /sem volume estimado
Rejeitos Classe I	Sanitários Varrição	Saco plástico e container	Manual/ Câmara Fria	Não há	Transporte terceirizado	Aterro sanitário	Aterro sanitário	kg/sem volume estimado

Tabela 2: Levantamento da geração de resíduos do supermercado analisado.

De acordo com Marega (2011), a gestão dos resíduos sólidos é uma ferramenta que ganha força no sentido de auxiliar na transformação do pensamento consumista da sociedade, quanto ao seu comportamento, visando atitudes proativas para a construção de um padrão de consumo mais sustentável. E dentro deste contexto, executar um PGRS

em supermercados, se faz necessário, pois observando sua cadeia produtiva, eles são grandes geradores de resíduos do início ao fim, ou seja, desde a chegda do produto no centro de distribuição até o descarte feito pelo consumidor (MENDES, 2012).

No supermercado estudado, alguns resíduos ainda não são contabilizados, em virtude de não possuir operação no sistema SISCORP, e por não possuir orientação da gerência para a necessidade de eles serem estimados. Na Tabela 3 foram identificados os resíduos que não possuem relatório do volume gerado e o destino praticado.

Resíduo	Destino
Papel (folha A4)	Reciclagem
EPI	Recuperação
Uniforme	Incineração
Toucas descartáveis	Aterro sanitário
Óculos de proteção	Aterro sanitário
Protetor auricular	Aterro sanitário
Embalagens produtos de limpeza	Aterro sanitário
Embalagens sujas	Aterro sanitário
Copos plásticos	Aterro sanitário
Embalagens de tintas	Aterro sanitário
Pincéis	Aterro sanitário
Varrição	Aterro sanitário
Resíduos sanitários	Aterro sanitário
Resíduo informática	Reciclagem/recuperação

Tabela 3: Resíduos que não foram quantificados

Conforme Braga Junior, Merlo e Nagan (2009), os supermercados são fornecedores de resíduos recicláveis como papel e plástico, entre os mais simples. Com isso há necessidade de se fazer a gestão ambiental deles que associada a possibilidade de ganho financeiro, vem tornando os varejistas em fornecedores de papelão e plástico para a indústria.

Para SEBRAE (2012), a reciclagem aliada a logística reversa é uma oportunidade para desenvolvimento de novos negócios. Muitos resíduos podem ter valor econômico recuperado, além de estimular a inclusão social dos catadores na cadeia de reciclagem e a sua extensão para uma maior diversidade de materiais, principalmente os mais sofisticados, como os eletrônicos.

O supermercado realiza a logística reversa de pilhas, baterias e lâmpadas, conforme citado e orientado na PNRS, porém sem divulgação para os clientes. Sugeriu-se fixar cartaz informativo sobre o recebimento desses resíduos junto à recepção do supermercado (Figura 5), bem como a colocação de dispositivos identificados para seus acondicionamentos, que são trazidos pelos clientes. Os dispositivos devem estar identificados e quando estiverem

com sua capacidade lotada, devem ser levados até o depósito, na central de armazenamento dos resíduos, para posterior descarte, junto à indústria que realiza a descontaminação. O objetivo é despertar no cliente, a responsabilidade do descarte correto. No ponto de venda das lâmpadas foi instalado um cartaz informativo, sobre o que pode ocorrer com o meio ambiente e com a saúde, caso esse resíduo seja descartado incorretamente.



Figura 5: Cartaz informativo sobre o descarte de pilhas, baterias e lâmpadas

De acordo com BRASIL (2014), na Política Nacional de Resíduos Sólidos, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, deve atender, principalmente: promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas; reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais; incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade; estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis. A lei ainda define de quem é a responsabilidade pela estruturação e implementação dos sistemas de logística reversa, que é uma operação que visa a coleta e o retorno dos resíduos sólidos ao setor responsável pela sua produção, para reaproveitamento na produção de novos produtos ou em outros ciclos produtivos.

Neste contexto, os supermercados possuem um papel fundamental no compartilhamento da responsabilidade na gestão dos resíduos juntamente com os consumidores.

A cartilha ambiental (Figura 6) com informações sobre resíduos, armazenamentos e outros detalhes, além de cartazes explicativos sobre cuidados ao manusear pilhas, baterias e lâmpadas, elaborados para os colaboradores ficam no setor de depósito, junto à área de armazenamento dos resíduos. Propõe-se pelo menos uma vez ao mês, repassar essas informações para os colaboradores, na forma de palestras, em virtude da rotatividade de pessoas e do esquecimento. Para intensificar a participação do cliente na prática da logística reversa, ao finalizar suas compras, receberá um informativo sobre esse processo.

As ações de educação ambiental devem ser propostas tanto para o público interno formado pelos seus funcionários e demais colaboradores da cadeia produtiva, bem como estimuladas para comunidade que dele faz uso. Para o SEBRAE (2012) as ações de educação ambiental, dentro de um programa de gerenciamento de resíduos sólidos deve iniciar a partir de medidas simples como mudar hábitos enraizados para os sustentáveis, a fim de que possam fazer reflexões e mudar de postura e cultura.



Figura 6: Cartilha ambiental para os colaboradores

O supermercado realiza a coleta de óleo vegetal saturado dos seus clientes, porém não existe a informação disponível a todos. E conforme relato da gerência, a procura pelo descartar desse tipo tem aumentado cada vez mais, sendo necessária a distribuição de informativo sobre esse recolhimento. Foi desenvolvido um coletor específico para o recebimento desse óleo vegetal saturado, com uma bacia de chapa galvanizada com rodinhas, para movimentar a bombona plástica com óleo. Há um funil na parte de cima do coletor, para que o cliente deposite o óleo sem derramar. No ponto de venda do óleo vegetal, há um adesivo incentivando os clientes a praticarem o descarte correto do óleo usado. A divulgação da coleta de óleo é para clientes e colaboradores, a fim de aplicarem essa prática. Quanto aos resíduos orgânicos há necessidade de intensificar a verificação da data

de validade, a fim de diminuir a geração. Para atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, todos os resíduos orgânicos que têm sido destinados para aterro sanitário deverão ser processados via compostagem, para receber o destino ambientalmente adequado.

Há necessidade de a sociedade passar a, efetivamente, consumir de forma sustentável. Isso significa uma mudança de cultura que envolve os hábitos e valores sociais. Somente dessa forma pode-se evitar os desperdícios, reduzir os impactos negativos ao ambiente e promover benefícios para todos. Isso é um desafio enorme, pois o modelo de desenvolvimento econômico predominante é o de consumo. Precisa-se mudar o paradigma de produção e consumo e priorizar um modelo de desenvolvimento econômico sustentável (BRASIL, 2014). Além disso, os padrões de produção e consumo têm relação direta com a quantidade de resíduos sólidos que são gerados e, portanto, se faz necessário observar o tipo de produto adquirido, suas caraterísticas de reciclabilidade, sua qualidade e sua toxicidade, quando for o caso, para que se possa fazer uma gestão eficiente e uma destinação ambientalmente correta (BRASIL, 2014).

O atendimento das ações preventivas da gestão de resíduos é monitorado pelas vistorias periódicas em todos os setores do supermercado. Caso ocorra alguma falha, é avaliado a causa e o efeito para que sejam estabelecidas as ações corretivas aplicáveis. As ações sustentáveis propostas são: Eco Time (Figura 7), minimização dos resíduos, redução na utilização de recursos naturais, participação em programa social e expansão de comercialização de produtos orgânicos. O Eco Time foi formado por colaboradores que já participam da CIPA e Brigada de Emergência, com treinamentos de saúde e segurança no trabalho, com objetivo de conduzir, monitorar e dar continuidade ao PGRS e as práticas sustentáveis.



Figura 7: Logo de Identificação do Eco Time

Para Vieira e Beltrame (2019), um dos instrumentos de gestão de resíduos sólidos que pode e deve ser usado é a educação ambiental. A partir dela é possível sensibilizar os envolvidos, a comunidade com pequenas mudanças possibilitando uma transformação

no modo de agir, e com o passar do tempo, uma mudança de cultura. Isso passa pela conscientização da sociedade quanto às questões ambientais que surgem pelas atividades que ocorrem diariamente. São as pequenas ações individuais que contribuem para o coletivo. O agir localmente resulta em benefícios globais.

Em relação aos resíduos de embalagens de tintas e dos produtos de limpeza, deve ser acordado no momento da compra com o fornecedor, a logística reversa dessas embalagens, pois podem ser reutilizadas. Se não for possível, o destino deverá ser o coprocessamento, juntamente com os pincéis e uniformes e EPI's. O resíduo papel deve ser armazenado e identificado adequadamente e posteriormente destinado para a reciclagem. Esta ação é desenvolvida pelo Eco Time. Para reduzir a quantidade de copos utilizados foi sugerido para a gerência a confecção de copos e canecas de material reciclável, onde cada colaborador deverá receber uma evitando utilizar os recipientes de plástico descartáveis.

Para a diminuição do resíduo de lâmpadas, a meta foi a substituição da lâmpada fluorescente por lâmpada LED gerando economia de energia (90%) (financeira e de recursos naturais), além da capacidade luminosa, vida útil longa, sem emissão de raios UV e sem materiais tóxicos na sua composição tornando seu descarte mais fácil (ABILUX, 2018). Desta forma, propôs-se a utilização de iluminação natural, através de colocação de telhas transparentes no setor de depósito para melhor aproveitamento da luz natural. Para a economia de água foi proposta a troca das torneiras convencionais pelas com sensor de liga e desliga e a troca das descargas sanitárias convencionais pelas válvulas com duplo acionamento. Conforme informação do setor de compras, as sacolas plásticas utilizadas em todos os supermercados da rede, não são biodegradáveis ou recicladas, devido ao custo. Desta forma, a proposta foi disponibilizar ao cliente, a sacola retornável à um preço acessível e disponibilizar caixas de papelão para empacotamento das compras. No setor de hortifrutigranjeiros são comercializados 33 produtos orgânicos e no setor de mercearia são cerca de 20 produtos disponíveis. Desta forma, propôs-se uma ampliação na oferta de diferentes tipos de produtos orgânicos para uma comercialização sustentável.

4 | CONCLUSÃO

A destinação dos resíduos gerados pelas atividades realizadas no supermercado, adotada pelo estabelecimento, impacta-o financeiramente e o meio ambiente, visto que não atende a PNRS. Diante dessa situação, verificou-se que a gestão de resíduos sólidos se faz necessária.

Com a proposta do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos com ações sustentáveis e uso da educação ambiental foi possível tornar a operação mais sustentável e econômica, não necessitando de grandes investimentos financeiros para iniciar a mudança. Além de cumprir a legislação, o supermercado, pode reduzir gastos em energia elétrica, água e disposição final dos resíduos.

O supermercado é um local que possui muita concentração de informação de novidades de produtos e do que acontece com a comunidade de seu entorno. Neste contexto, ele pode se tornar um disseminador de boas práticas sustentáveis por meio de ações preconizadas pelo conceito de sustentabilidade, bem como pela cultura da educação ambiental para colaboradores e clientes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ILUMINAÇÃO (ABILUX) **Informativo LED**, São Paulo, SP, 2018, 15p. Disponível em: http://www.abilux.com.br/portal/pdf/informativo_LED_Abilux.pdf. Acesso em: março de 2020.

BRAGA JUNIOR, S.S.; MERLO, E.M.; NAGAN, M.S. Um estudo comparativo das práticas de logística reversa no varejo de médio porte. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v.3, n.1, p.64-81, 2009.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília/ DF, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: abril de 2020.

BRASIL Ministério do Meio Ambiente. **Guia para elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos,** Brasília – DF, 2011. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/guia_elaborao_plano_de_gesto_de_residuos_rev_29nov11_125.pdf. Acesso em: abril de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: Instrumento de Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública**. Brasília–DF, 2014. Disponível em: http://protegeer.gov.br/biblioteca/publicacoes/gestao-integrada-de-rsu/51-plano-de-gerenciamento-de-residuos-solidos-instrumento-de-responsabilidade-socioambiental-na-administracao-publica. Acesso em: julho de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos** - SINIR. Logística reversa e acordos setoriais. Disponível em: http://sinir.gov.br/logistica-reversa. Acesso em: maio de 2021.

CERETTA, S. B.; FROEMMING, L. M. S. O papel dos supermercados na etapa da geração e descarte do lixo e o reflexo na questão ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, n. 24, p. 235-259, 2013.

CUNHA, F.G.D; CALIJURI, do C.M. **Engenharia Ambiental – Conceitos, Tecnologia e Gestão**, Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2013.

DIAS, R. **Gestão Ambiental – Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. 2ª Ed, São Paulo: Atlas, 2011.

MAREGA, C.C.R. **Diagnóstico da geração de resíduos sólidos em shopping de médio porte.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais. 104 f., 2011.

MENDES, F.C.M. **Sustentabilidade no varejo: as práticas ambientais e suas implicações na consolidação da marca institucional**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 164 f., 2012.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental?** São Paulo: Brasiliense, 2012.

SANTIAGO, C. D. **Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos: desafios na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos na Bacia Hidrográfica Tietê Jacaré – SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de São Carlos (UFSC), São Carlos, São Paulo, 174 f., 2016.

SEBRAE. **Gestão de resíduos sólidos: uma oportunidade para o desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas**. São Paulo: Instituto Envolverde: Ruschel & Associados, 2012, 32 pag.

SOUZA, L. **Agência Brasil 2019**. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-/brasil-gera-79-milhoes-de-toneladas-de-residuos-solidos-por-ano. Acesso em: outubro de 2020.

TEIXEIRA, K. DE F.; OLIVEIRA, D. G. DE; MALHEIROS, R. Implantação do sistema de gestão ambiental para o supermercado Quintanilha em Goiânia, GO. **Anais** VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre/RS: IBEAS, 2015. Disponível em: http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/III-037.pdf. Acesso: setembro de 2020

VIEIRA, P. L.; BELTRAME, L. T. C. Educação ambiental: a resposta para o problema de resíduos sólidos urbanos. **In**: Gestão de resíduos sólidos - v. 3 (TULLIO, L. Org.) Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

CAPÍTULO 9

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UM SUPERMERCADO: ETAPA DO DIAGNÓSTICO

Data de aceite: 21/07/2021
Data de submissão: 06/05/2021

Renata Farias Oliveira
Universidade Luterana do Brasil, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Canoas – RS
http://lattes.cnpq.br/6179054204266695

Ana Roberta Fragoso
Universidade Luterana do Brasil, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Canoas – RS
http://lattes.cnpq.br/1978577205329315

Nádia Teresinha Schröder
Universidade Luterana do Brasil, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária
Canoas – RS
http://lattes.cnpq.br/6529432304629236

RESUMO: As atividades tanto domésticas como comerciais e industriais ao serem realizadas resultam em algum tipo de resíduo. A geração dos resíduos sólidos ocorre diariamente nestas atividades de rotina. Neste cenário, os estabelecimentos comerciais, possuem papel muito importante no cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois fazem a ligação entre as indústrias, os fornecedores e os consumidores. Desta forma, o estabelecimento comercial tem responsabilidade perante a sociedade quanto a disseminação e socialização de boas práticas para a otimização dos resíduos que possuem possibilidade de serem reciclados e para a minimização daqueles que dependem somente da disposição final. Assim sendo, este estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico de um supermercado, enquanto estabelecimento comercial que possui uma rede, a partir da análise de uma de suas unidades e identificar sua destinação final enquanto etapa prévia à implantação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos. A metodologia aplicada foi desenvolvida a partir de visitas in loco em um supermercado para diagnóstico e posteriormente utilizá-lo na proposta de Plano de Gestão de Resíduos Sólidos para a empresa. A partir dessas visitas foram criados fluxogramas do funcionamento de cada setor identificando quais os tipos de resíduos sólidos. Assim foi possível conhecer as atividades dos setores que compõe o supermercado e realizar o diagnóstico das condições que ocorrem no dia a dia. Com isso, pode-se identificar a dimensão e a variedade de resíduos sólidos que esse tipo de negócio pode impactar ao meio ambiente, quando ele não possui uma gestão ambientalmente correta.

PALAVRAS - CHAVE: resíduos sólidos, estabelecimento comercial, supermercado, diagnóstico

SUSTAINABLE MANAGEMENT OS SOLID WASTE FROM A SUPERMARKET: DIAGNOSTIC STEP

ABSTRACT: The activities domestic and commercial and industrial, when carried out, result in some type of waste. The generation of solid waste occurs daily in these routine activities. In this scenario, commercial establishments have an important role in complying with the

National Solid Waste Policy, as they make the connection between industries, suppliers, and consumers. Thus, the commercial establishment is responsible to society for the dissemination and socialization of good practices for the optimization of waste that can be recycled and for the minimization of those that depend only on the final disposal. Therefore, this study aimed to make a diagnosis of a supermarket, as a commercial establishment that has a network, based on the analysis of one of its units and to identify its final disposal as a step prior to the implementation of the Solid Waste Management Plan. The applied methodology was developed from on-site visits to a supermarket for diagnosis and later use in the company's Solid Waste Management Plan proposal. From these visits, flow charts of each sector were developed identifying the types of solid waste. Thus, it was possible to know the activities of the sectors that make up the supermarket and carry out the diagnosis of the conditions that occur on a daily. Thus, it is possible to identify the size and variety of solid waste that this type of business can impact on the environment, when it does not have an environmentally sound management.
KEYWORDS: Solid waste, commercial establishment, supermarket, diagnosis.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de globalização, o surgimento de novas tecnologias e as necessidades dos consumidores, exigiram mudanças significativas no setor varejista, desenvolvendo uma nova visão do negócio, com foco no atendimento ao consumidor. Além disso, proporcionaram um lugar de destaque para a gestão ambiental.

Segundo a ABRELPE (2015), a quantidade de Resíduo Sólido Urbano (RSU) descartados pela população continua aumentando no Brasil, tanto em termos absolutos, como individualmente. Neste cenário, o setor varejista, por ser a ligação entre indústrias, fornecedores e consumidores, é o agente principal no cumprimento da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e prioriza a atuação conjunta entre setor público e econômico-empresarial (JARDIM; YOSHIDA; MACHADO FILHO,2012; WIRTH; OLIVEIRA, 2014; STUMPF; THEIS; SCHREIBER, 2018). Os acordos firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, devem visar a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010). Alguns acordos setoriais já implantaram a logística reversa. Ainda segue em negociação acordos setoriais para produtos eletroeletrônicos e seus componentes e medicamentos. Outras cadeias já possuem sistema de logística reversa (Figura 1) implantados anteriormente à PNRS, como, pneus, embalagens de agrotóxicos, óleo lubrificante usado ou contaminado e pilhas e baterias (BRASIL, 2021).

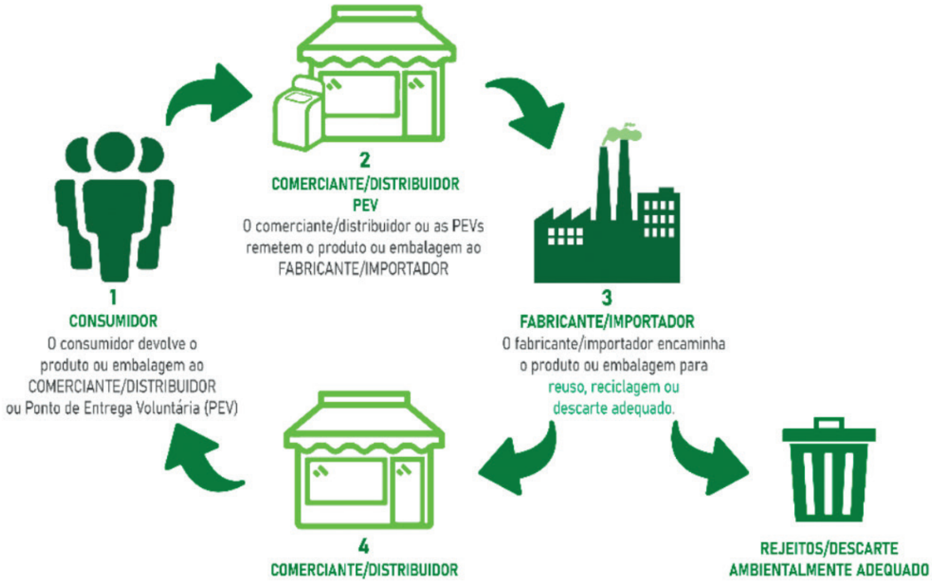


Figura 1: Fluxo simplificado de resíduos nos sistemas de logística reversa

Fonte: BRASIL (2021).

Os supermercados assumem uma posição importante no canal de distribuição e passam a assumir mais responsabilidades, essencialmente em relação ao descarte de produtos e a produção de resíduos, exigindo-se novas formas de agir e de pensar da organização (CERETTA; FROEMMING, 2013). A redução de resíduos deve ser vista como uma iniciativa para a competitividade empresarial e o aumento da consciência ambiental pelos consumidores (BAUTISTA-LAZO; SHORT, 2013). Além disso, o valor econômico agregado aos resíduos segregados e tratados de forma correta, podem oportunizar novos negócios, a partir da estruturação de novos processos e cadeias produtivas com a reintrodução do resíduo, que seria descartado, como uma matéria prima alternativa. Há um gargalo na atuação dos supermercados, em relação ao meio ambiente. Contudo, ressalta-se que o impacto do varejo é baixo quando comparado ao provocado pelas indústrias, porém a quantidade de resíduos resultante das compras supermercadistas faz do varejo um produtor e repassador de produtos geradores de resíduo doméstico. Mas, a preocupação maior é com o descarte dos produtos e o respectivo destino, que se tornam um problema, em especial nas grandes cidades (CERETTA; FROEMMING, 2013).

A crescente preocupação com o meio ambiente, incrementada pelo aumento da difusão do consumo consciente tem proporcionado um destaque especial à etapa de descarte no processo decisório de compra. Na cultura vigente, do supérfluo, quase tudo é descartável, criando-se então, uma imensidão de resíduos e produtos não reaproveitáveis que levam anos para se decompor. Um dos grandes fatores que contribuem para o

agravamento deste quadro é o sistema produtivo de compras em supermercados, uma vez que a forma como tem sido feita gera muitos resíduos, tais como inúmeras sacolas plásticas e caixas de papelão, além do consumo de combustível (e geração de poluentes) referente ao deslocamento do consumidor até os supermercados para fazer suas compras (CERETTA; FROEMMING, 2013).

Há uma enorme variedade de resíduos sólidos, que são subprodutos oriundos da atividade humana. Além disso, estes resíduos, também mudam ao longo do tempo, tanto em quantidade quanto em qualidade, como consequência do aumento da população humana e das mudanças tecnológicas, culturais e comportamentais da sociedade. A disposição final incorreta tem causado grandes problemas ao meio ambiente, poluindo água, ar e solo (CUNHA; CALIJURI, 2013; NASCIMENTO et al., 2015, SUTHAR; SINGH, 2015). A caracterização dos resíduos sólidos urbanos é muito importante para fins de gerenciamento, porque permite estimar a quantidade de material potencialmente reciclável, a quantidade de matéria putrescível que deve ser encaminhada para tratamento ou disposição final e a quantidade de rejeitos que devem, necessariamente, ir para aterros sanitários (CUNHA; CALIJURI, 2013).

As consequências da geração de resíduos são o desvio de recursos, perdas econômicas e poluição ambiental. A extensão e o impacto dessas consequências estão apenas começando a ser compreendidos pela sociedade, que ainda entende o "minimizar" o desperdício ou "evitá-lo" como uma intuição e não um conceito de desenvolvimento sustentável e necessário para a manutenção da vida. Nesse contexto, a redução de resíduos deve ser analisada como uma iniciativa de negócio auto orientada, independentemente de incentivos governamentais e regulamentações (BAUTISTA-LAZO; SHORT, 2013).

A reciclagem serve como elemento para a problemática dos resíduos sólidos, que aliada a educação ambiental, torna-se prática indispensável, dentro da operação do supermercado. A sua realização apresenta benefícios, tais como: a diminuição da quantidade de resíduo a ser aterrado e, consequentemente, aumento da vida útil dos aterros sanitários; preservação dos recursos naturais; economia de energia; redução da poluição do ar e das águas e geração de empregos, com a criação de indústrias recicladoras (FADINI; FADINI, 2001). Os autores explicam que a reciclagem pode ser considerada como o resultado de uma série de atividades através dos materiais que se tornariam resíduos. Ou, ainda, quando estão no lixo são desviados sendo coletados, separados e processados para uso como matéria-prima na manufatura de bens, feitos anteriormente apenas com matéria-prima virgem. A correta separação dos resíduos se torna fundamental, para que esse ciclo sustentável apresente resultados, pois a responsabilidade deve ser compartilhada, entre governo, indústria, comércio e sociedade.

A crescente geração de resíduos e a sua inadequada destinação final acarretam desequilíbrios de ordem social, econômica e ambiental. Isso demonstra que se está aquém do necessário para tão sonhada cultura sustentável. Isso faz que da gestão dos resíduos

sólidos urbanos um dos grandes desafios do século XXI. A implantação, operação e monitoramento de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS), incentivam e implicam na mudança de comportamento das pessoas que estão sendo inseridas nesse âmbito, onde o sucesso só será obtido através do comprometimento de todos os envolvidos. Dessa forma, os supermercados deverão se ajustar para uma nova visão de negócio, com foco no consumidor e no processo de desenvolvimento sustentável, especialmente quanto aos impactos ambientais resultantes de suas operações (VIANA, et al., 2019). Dentro deste contexto, este estudo teve por objetivo realizar um diagnóstico de um supermercado, enquanto estabelecimento comercial com atuação em rede, a partir da análise de uma de suas unidades e identificar a geração dos resíduos e sua destinação final como a etapa prévia à implementação do PGRS.

2 | METODOLOGIA

Visitas *in loco*, de duas horas de duração, acompanhadas pelo gerente da filial e/ou encarregado do setor foram realizadas para o desenvolvimento deste estudo. Elas ocorreram durante o período de dois meses, para observação das rotinas laborativas de cada setor que constituem o supermercado.

Visitas nos setores de recursos humanos, tecnologia da informação, marketing e projetos também foram realizadas. A partir destas visitas e pela diversidade de atividades, para cada setor foi elaborado um fluxograma e/ou uma descrição da funcionalidade para posterior especificação e quantificação dos resíduos gerados. Os setores foram: açougue, padaria, grill, cafeteria, fiambreria, mercearia, depósito, hortifrutigranjeiros e frente de caixa.

No setor administrativo foi realizado um levantamento do descarte dos uniformes e EPI. Para os setores de higienização, sala de lanches, sala de descanso e sala de treinamentos, sanitários, equipamentos de informática, maquinários, casa de máquinas e sistema de refrigeração, gerador e central de gás foram realizadas observação do funcionamento e da geração resíduos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um supermercado, a diversidade de atividades que geram resíduos e rejeitos é grande, e são originados pelos diferentes setores e tipos de serviços gerados em cada um deles e oferecidos aos clientes. No estabelecimento comercial em estudo foram identificados nove setores. Como cada um deles possui um funcionamento diferente, foram confeccionados fluxogramas para melhor entendimento das atividades e a identificação dos resíduos gerados.

No setor de padaria (Figura 2), são fabricados produtos alimentícios, tais como pães e cucas. O principal produto vendido é o pão francês, com aproximadamente 3.600 unidades

por dia. Os resíduos gerados neste setor são: papel, papelão, plástico, embalagens sujas, óleo vegetal saturado, lâmpadas, sacarias e orgânico (sobra de alimentos não comercializados).

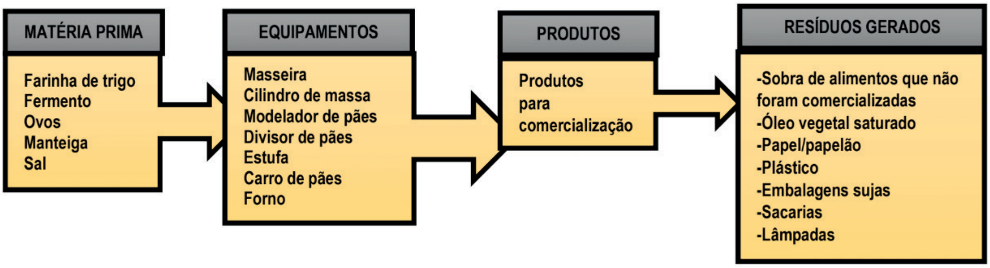


Figura 2: Fluxograma do setor de padaria

No setor de grill (Figura 3) são produzidas refeições, tais como arroz, feijão, massa e carne assada. Em média são servidas 40 refeições por dia. O cliente tem a opção de comer dentro do supermercado, junto à cafeteria, ou levar para casa. Os resíduos gerados neste setor são: papel, papelão, plástico, embalagens sujas, óleo vegetal saturado, lâmpadas e orgânico (sobra de alimentos não comercializados).

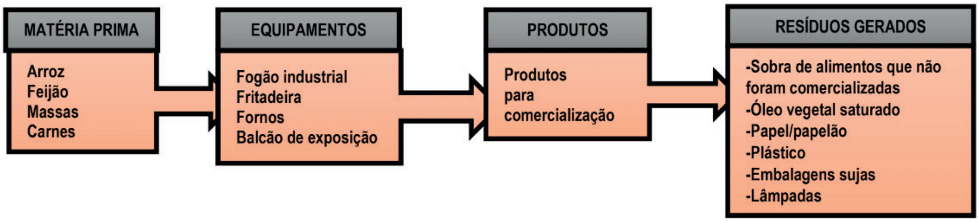


Figura 3: Fluxograma do setor de grill

No setor de açougue (Figura 4) são realizados alguns tipos de cortes de carnes, pois a maioria dos produtos comercializados já chegam prontos no supermercado, porque são feitos no frigorífico próprio da rede. O produto mais comercializado é a carne bovina, sendo que a média diária é de 600 kg. Neste setor, os resíduos gerados são carnes impróprias para consumo, osso e sebo, papel, papelão, plástico e lâmpadas.

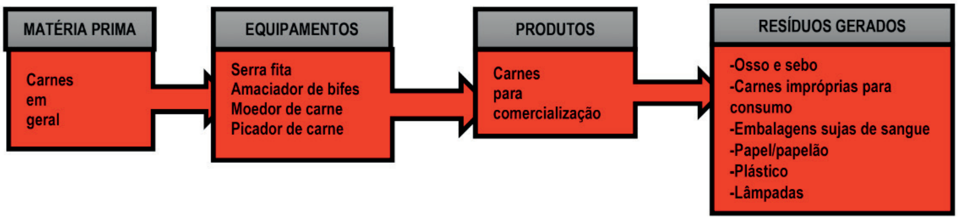


Figura 4: Fluxograma do setor de açougue

No setor de fiambreria (Figura 5) é realizado o fatiamento de peças inteiras de frios, tais como queijos, presuntos e salames. Os retalhos de frios são descartados somente se estiverem impróprios para consumo, caso contrário, os retalhos são expostos a comercialização, por um valor mais baixo do que a peça de frio que foi fatiada. No setor os resíduos gerados são: papel/papelão, retalhos de frios que não podem ser comercializados, embalagens plásticas sujas e lâmpadas.

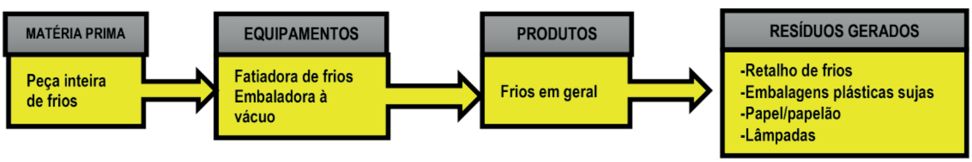


Figura 5: Fluxograma do setor de fiambreria

No setor de cafeteria são aquecidos produtos alimentícios, tais como salgados, pizzas e pão de queijo, e são preparados cafés e sucos. Os produtos alimentícios são produzidos na central de padaria e são enviados para as filiais todos os dias. Na cafeteria (Figura 6), os alimentos que não foram comercializados, copos plásticos, papel, guardanapos, latinhas de alumínio e lâmpadas se tornam resíduos.

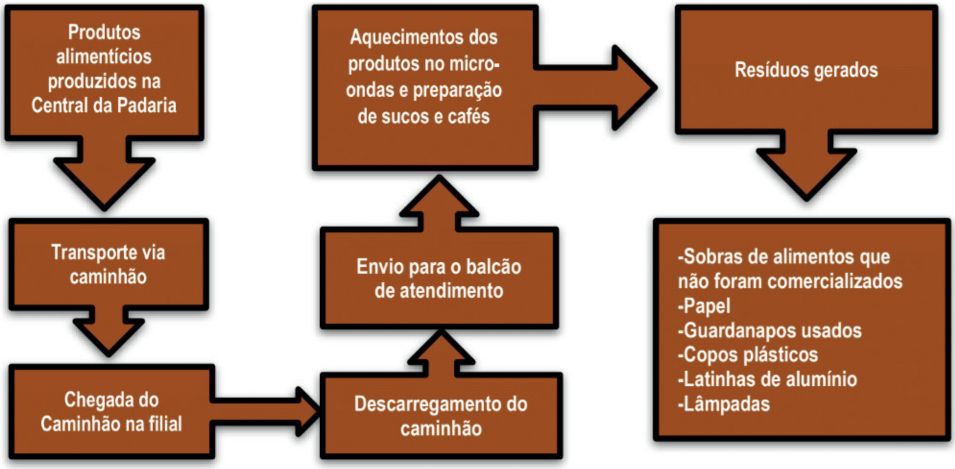


Figura 6: Fluxograma do setor cafeteria

Os produtos hortifrutigranjeiros são enviados para a filial em estudo da rede de supermercados, pela Central de Hortifruti localizada em outro município. Por dia, nesta filial, são comercializados cerca de 350 kg de frutas, legumes e verduras. No setor de hortifrutigranjeiros (Figura 7), os resíduos são frutas, legumes e verduras que estão impróprios para consumo, papel, papelão, plástico, caixas de madeira, sacarias e lâmpadas.

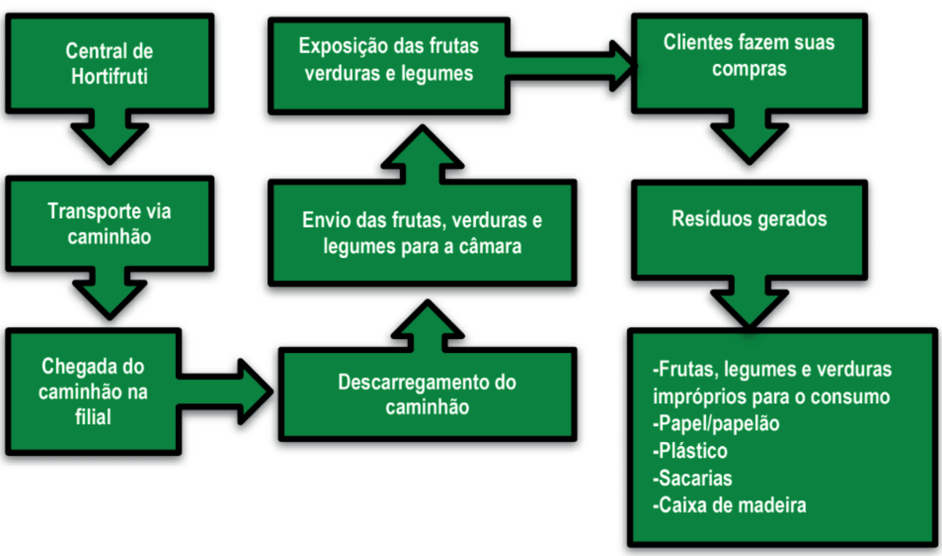


Figura 7: Fluxograma do setor de hortifrutigranjeiro

O setor de mercearia é o maior do supermercado, pois concentram-se quase todos os tipos de produtos para comercialização (Figura 8). Os produtos são de gêneros alimentícios

(humano e animais domésticos), higiene pessoal, limpeza, artigos para casa. Por tamanha variedade de produtos, é o setor que gera muitos tipos de resíduos.

Faz parte do setor de mercearia, os cartazes utilizados para divulgação dos preços dos produtos e informações gerais. A tinta utilizada para confecção dos cartazes é a base de álcool, sua embalagem é plástica e a compra é realizada por cores: vermelha, azul, preta e amarela. As cores com maior saída é a vermelha e a preta, cerca de duas embalagens de 500 mL cada por mês, as demais cores possuem duração média de aproximadamente 90 dias. O kit de pincéis é substituído a cada seis meses.

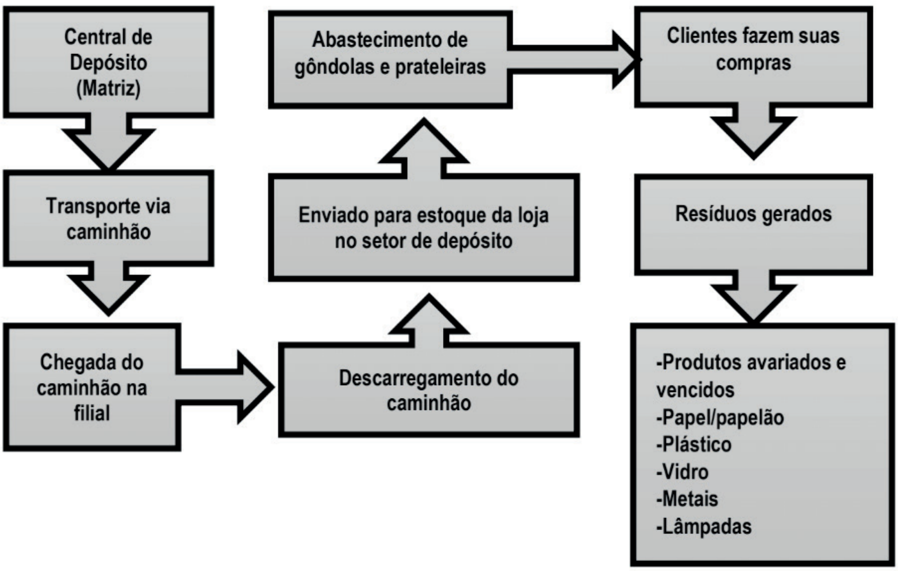


Figura 8: Fluxograma do setor de mercearia

O setor de frente de caixa (Figura 9) é o que registra as compras efetuadas pelos clientes. Para melhor atendimento, a filial em estudo possui 14 *checkouts*, diminuindo assim tempo de espera na fila para pagamento das compras. Este setor apresenta como resíduos embalagens de produtos consumidos pelo cliente tais como papel, plástico e latas de alumínio e os resíduos de bobinas plásticas e lâmpadas que são gerados pela operação deste setor. Além disso, o setor de frente de caixa, também, recebe dos clientes, pilhas e lâmpadas, independente se a compra foi realizada no supermercado ou em outro estabelecimento. Neste local não há cartazes informativos sobre a logística reversa destes resíduos.

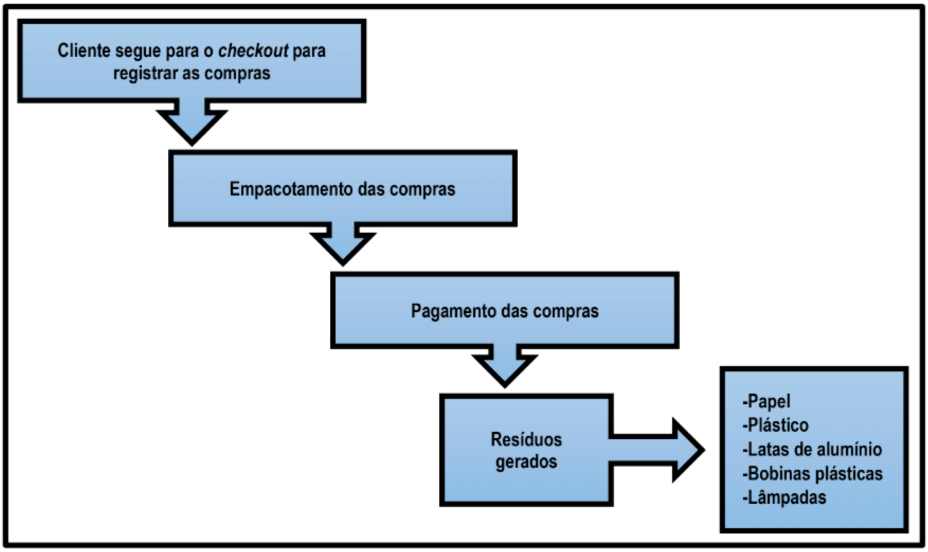


Figura 9: Fluxograma do setor de frente de caixa

O setor de depósito (Figura 10) concentra o estoque de todos os produtos comercializados no supermercado, gerando maior volume de resíduo de papelão e plástico e onde são armazenados temporariamente todos os resíduos gerados no supermercado.

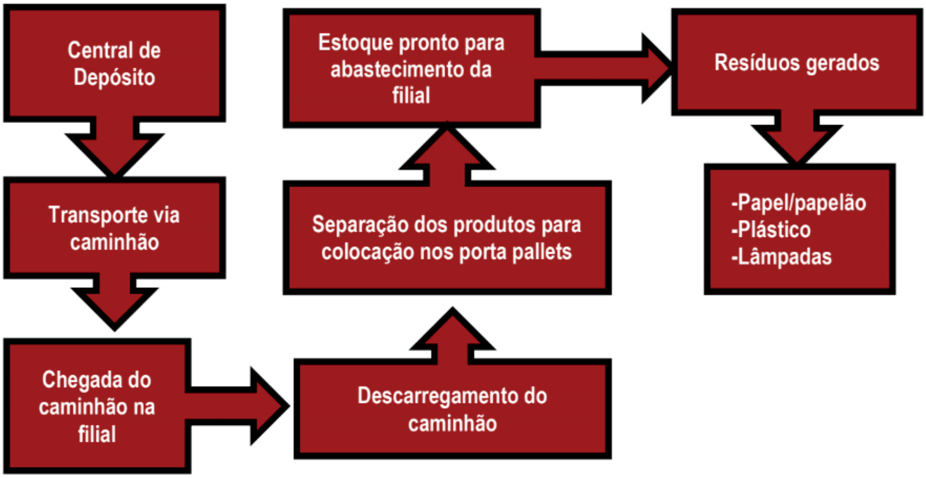


Figura 10: Fluxograma do setor de depósito

Observa-se que a maioria dos setores geram praticamente os mesmos resíduos, diferenciando-se pelo produto principal comercializado pelo setor. Assim com o acondicionamento do volume gerado até determinada capacidade faz com que o transporte

dos resíduos seja otimizado.

O setor administrativo é composto por gerência, assistência administrativa, assistência de faturamento de notas fiscais e tesouraria. Cada um possui sala própria e os resíduos gerados são: papel, copos plásticos, sobra de algum alimento consumido, erva mate e embalagens sujas que são acondicionados em lixeiras plásticas.

A responsabilidade do controle de entrega, devolução e troca de EPI's e uniformes de todos os setores do supermercado é do assistente administrativo. Este controle é realizado com o preenchimento de uma planilha. Existem duas situações para o descarte do EPI e uniforme (Tabela 1). A primeira situação é imposta para colaboradores com contrato de trabalho de até seis meses de vigência; a segunda situação é para colaboradores que possuem contrato de trabalho com vigência superior a seis meses. Este tipo de separação foi estabelecido, em virtude da grande rotatividade de colaboradores que a atividade de supermercado possui.

<table>
<tr><th colspan="2">EPI/UNIFORME
CONTRATO ATÉ 06 MESES</th><th colspan="2">EPI/UNIFORME
CONTRATO SUPEROR A 06 MESES</th></tr>
<tr><th>Higienização</th><th>Descarte</th><th>Higienização</th><th>Descarte</th></tr>
<tr><td>Camisas</td><td rowspan="9">O descarte é realizado somente das luvas, ou se o EPI e uniforme não estiver em condições de uso</td><td rowspan="5">Japonas</td><td rowspan="9">Realizar o descarte de todos os EPI e uniformes</td></tr>
<tr><td>Calças</td></tr>
<tr><td>Japonas</td></tr>
<tr><td>Lenços</td></tr>
<tr><td>Blusão</td></tr>
<tr><td>Aventais</td><td rowspan="4">Blusão</td></tr>
<tr><td>Botas</td></tr>
<tr><td>Sapato de segurança</td></tr>
<tr><td>Toucas de pano</td></tr>
</table>

Tabela 1: Descarte e Higienização de EPI e uniforme

O setor de higienização é responsável pela limpeza geral de todo o supermercado. Os produtos utilizados nessa atividade são autorizados pelo setor de segurança do trabalho, sendo indispensável o uso de EPI. Os resíduos encontrados neste setor são as embalagens dos produtos utilizados na limpeza e a varrição do chão.

O supermercado possui ao todo 12 sanitários, sendo um para portadores de necessidades especiais, cinco para colaboradores e seis para clientes. Os rejeitos gerados são: papel higiênico, absorventes e fraldas. Sua destinação é para o aterro sanitário.

A sala de lanches possui fogão, geladeira, mesa e micro-ondas, para que o colaborador faça a sua alimentação. A sala de descanso possui sofá e televisão, para que os colaboradores possam repousar durante o intervalo. A sala de treinamentos possui cadeiras, computador e um projetor. Essas três salas geram resíduos como: papel, plástico, latas de alumínio, sobras de alimentos, embalagens sujas e lâmpadas.

Em relação aos equipamentos de informática, a empresa possui equipe própria que constitui o setor de TI. Para este setor, o descarte desses equipamentos eletrônicos ocorre

em três situações: sinistros; constatação de equipamento defasado; conserto inviável. Quando algum problema ocorre com esses equipamentos, a filial realiza a abertura de um chamado em um sistema próprio de nome Qualitor, detalhando o problema. Desta forma, o colaborador da TI faz a avaliação, e se caso, for verificada uma das situações descritas acima, o equipamento é transferido para matriz.

A empresa possui equipe de manutenção própria para os maquinários, quando eles precisam de reparo ou troca. Quando o problema se torna evidente, a equipe é acionada via abertura de um chamado, por um sistema próprio, de nome NGS. Nele é explicado rapidamente a avaria que o equipamento sofreu. Se o maquinário precisar de manutenção, é enviado para a matriz localizada em outro município. A casa de máquinas é composta por compressores, motores, trocador de calor e quadro de distribuição elétrico.

No sistema de refrigeração é utilizado o gás R22, substância controlada pelo Protocolo de Montreal. A compra do gás é realizada pelo setor de manutenção da empresa. O resíduo gerado é o cilindro vazio do gás R22.

O supermercado possui uma central de gás GLP, pois utiliza o combustível óleo diesel para abastecimento próprio. O consumo médio é 1.000 litros/mês. Neste setor não há geração de resíduos, somente se houver algum incidente de vazamento de óleo diesel.

A filial possui gerador de energia, que é acionado em horários de pico (19 h - 21 h), e na falta de energia elétrica. Tanto o serviço de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos da casa de máquinas e do sistema de refrigeração, o gerador de energia e a central de gás GLP são realizados por empresa terceirizada.

Em relação à destinação dos resíduos gerados no supermercado, os produtos perecíveis avariados e/ou vencidos são recolhidos pelo fornecedor que é o responsável pela sua destinação. Os demais produtos são descartados conforme a negociação da compra. Quanto ao óleo vegetal saturado, ele é encaminhado para beneficiamento. Os resíduos orgânicos (sobras de alimentos, frutas, legumes e verduras, osso, sebo) são armazenados em câmara fria de resíduos e juntamente com as embalagens sujas são descartados em aterro sanitário. Além desses, as embalagens dos produtos utilizados na limpeza e a varrição do chão e os resíduos dos sanitários (papel higiênico, absorventes e fraldas), também são descartados em aterro sanitário.

Os resíduos lâmpadas, pilhas e baterias são contabilizadas pelo consumo próprio e pela entrega dos clientes. O supermercado utiliza lâmpadas fluorescentes e comercializa lâmpadas incandescentes, fluorescentes e de *LED*. Cada resíduo possui uma destinação própria: as lâmpadas e as pilhas são destinadas para indústria de descontaminação, pois o supermercado não possui a logística reversa destes resíduos. Da mesma forma, o cilindro vazio do gás R22 é encaminhada para o fornecedor, para que ele faça a destinação correta.

Os resíduos papel, papelão, plástico, latinhas de alumínio, caixa de madeira e sacarias são encaminhados para a central de armazenamento de resíduos no setor de depósito e destinados para indústria responsável pelo processo de reciclagem/recuperação

desse material e descontaminação, quando necessário. Já a embalagem plástica das tintas utilizadas para confecção de cartazes e o kit de pincéis, são encaminhados para o descarte em aterro sanitário.

Quanto aos equipamentos de informática, sem recuperação, eles são encaminhados para a indústria responsável pela reciclagem/recuperação desse material, para que possa ser descartado adequadamente. Os cartuchos de tinta e cartuchos de toner das impressoras, após a sua utilização, são enviados para o setor de suprimentos, localizado na matriz, a fim de serem devolvidos ao fornecedor. Lá é feita a troca do cartucho vazio por um cheio, cujo custo se dá somente pela diferença. Em relação aos outros maquinários, caso ocorra algum dano que não possua mais nenhum tipo de conserto, o descarte é realizado pela matriz, porém, a destinação ambientalmente correta é para indústria de reciclagem/recuperação desse material.

Conforme orientação do setor de segurança do trabalho, nenhum EPI e uniforme pode ser descartado na filial. Não havendo condições de higienização desse material, eles são enviados para a matriz para o adequado descarte. Os uniformes são destinados para incineração e os EPI's encaminhados para a indústria que os forneceu. Além desses, as toucas descartáveis, óculos de proteção e protetor auricular são descartados em aterro sanitário, pois não possuem higienização, independentemente do tempo de contrato de trabalho do colaborador. A orientação do setor de segurança alimentar da empresa é que a touca descartável seja substituída por uma nova diariamente, sempre no início da jornada laboral.

A partir do levantamento dos dados foi possível identificar: resíduos perigosos: lâmpadas, pilhas e baterias, embalagem de tinta, pincéis, cilindro gás R22, equipamento de informática e resíduos dos sanitários. Os não perigosos: orgânico, óleo vegetal saturado, osso e sebo, papelão, papel, plástico, metais, vidros, sacarias, uniforme e EPI. Em todos os setores o acondicionamento deve estar devidamente identificado, pois permitem a separação adequada dos resíduos na origem, visando seu reaproveitamento, para posterior destinação final.

A transferência dos resíduos (Figura 11) para o armazenamento é feita diariamente ou quando o volume atingir 2/3 de sua capacidade. No setor de depósito há uma área de 13,26 m² para o armazenamento de resíduos, como papelão, plástico, vidro, lâmpadas e pilhas e uma câmara fria de 5,57 m² destinada para os resíduos orgânicos e rejeitos. O transporte interno é realizado manualmente ou por meio de paleteira e o externo por empresa terceirizada mediante conformidade da documentação do veículo em relação à legislação vigente. Por determinação do setor de segurança do trabalho, os responsáveis pela realização desses transportes devem utilizar os EPI's: luvas, calças e sapato fechado.

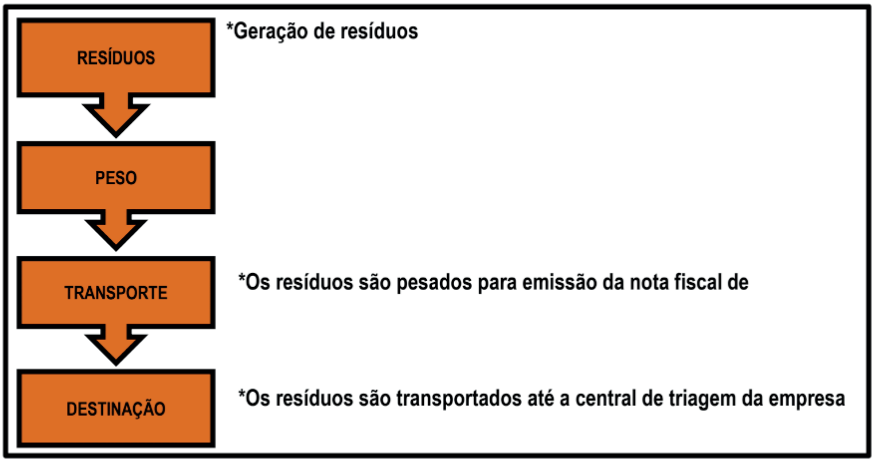


Figura 11: Logística de transferência dos resíduos

Há um gerador de energia abastecido com óleo diesel, e o tanque que contém o óleo possui contenção impermeabilizada. Em caso de pequenos vazamentos, fora da contenção, utiliza-se um material absorvente para sua retenção. Posteriormente, este material contaminado é recolhido e destinado para receptor licenciado. Conforme Lei nº. 12.305 (BRASIL, 2010), a empresa se enquadra na categoria de comerciante, possuindo obrigatoriedade de implementar a logística reversa de lâmpadas, pilhas e baterias. O supermercado realiza, também, a coleta de óleo vegetal saturado dos seus clientes, porém não existe a informação disponível a todos e conforme relato da gerência, cada vez mais há procura para descartar esse tipo de resíduo.

Para Jacobi e Besen (2011), continuar utilizando o aterro sanitário para descarte de qualquer tipo de resíduo não se justifica e segue no caminho contrário do que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Para os autores o uso do aterro sanitário como destinação final deve ser mantida somente para aqueles resíduos que não apresentam nenhuma possibilidade de recuperação e reciclagem. Comentam ainda, que a incineração não é uma solução sustentável, além de não evitar os padrões de uma sociedade consumista, baseada em modelo de desenvolvimento econômico agressivo e longe de ser sustentável. Afirmam ainda que há necessidade de mudança de cultura da população que deve estar envolvida na gestão dos resíduos.

De acordo com Santos, Teixeira e Kniess (2014), as empresas têm procurado evoluir, mesmo que lentamente, no processo de gestão de resíduos, pois passam a entender que o resíduo pode ser uma fonte geradora de matéria-prima alternativa, ao mesmo tempo que, inserir esses resíduos como matéria-prima nos processos de produção, a partir da reciclagem, do reuso e da recuperação dos insumos, estão contribuindo para minimizar o consumo de recursos naturais, além de alavancar o desenvolvimento sustentável com a

redução do descarte inadequado.

Segundo Soares et al. (2014), para se avançar positivamente na gestão dos resíduos, e consequentemente em um modelo econômico sustentável, o grande desafio das empresas está na implementação dos conceitos da não geração e redução na origem, ou seja, na matéria prima que inicia o processo de produção e ciclo de vida do produto. As empresas devem ter o entendimento de que essa mudança de cultura trará benefícios como competitividade de mercado, redução de custos, cumprimento das exigências legais, conscientização da sociedade e a preservação ambiental

Para Debastiani et al. (2016), quando se trata de resíduos sólidos e a sua relação como ambiente, fica evidente a necessidade de implantar um modelo de gestão mais eficaz. As empresas devem estar atentas e acompanhar os movimentos da sociedade no sentido de aplicar um modelo de gestão que abranja, além das normas e critérios legais, alternativas ambientalmente corretas, e que elas estejam direcionadas, também, para a sustentabilidade da empresa. Esse é o grande desafio que se apresenta neste século XIX.

Para Jacobi e Besen (2011), há necessidade de romper com a lógica estabelecida pelos contratos que priorizam coleta, transbordo e destino em aterros sanitários ao invés de uma coleta seletiva mais ampla e abrangente. Para os autores, o desafio é inverte essa lógica equivocada no conceito ambiental e sustentável e investir em processos ambientalmente corretos e que ocorram de forma sustentável na produção evitando excessos e desperdícios. Propor alternativa cada vez mais ecologicamente corretas tanto na coleta, quanto na destinação final.

Segundo Viana et al. (2019), em especial, as empresas do setor supermercadista, pouco investem em ações voltadas para a redução dos seus resíduos, não se preocupando com os impactos ambientais produzidos. Isso poderia ser evitado caso houvesse obrigatoriedade da cadeia reversa não prevista em lei. Cabe destacar, que os autores identificaram que as práticas adotadas pelas empresas do setor supermercadista não atendem ao disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos e outras legislações relacionadas.

Conforme Debastiani et al. (2016), as empresas devem se preparar para uma implementar uma gestão proativa e sustentável, que vise a aplicação de medidas preventivas, a fim de minimizar a geração de resíduos, evitar os desperdícios e conservar matérias-primas ou reintroduzi-las no processo produtivo. A implantação de um plano de gestão de resíduos sólidos de acordo com as normas e legislação vigente, oportuniza muito mais do que só os benefícios ambientais, que por si só, são completamente válidos. Além disso, proporciona maior segurança para os colaboradores, melhoria da imagem da empresa frente aos funcionários, clientes, fornecedores e a comunidade em que a empresa está inserida, sendo reconhecida como uma organização ecologicamente correta. Ainda de acordo com os autores, com a realização de medidas simples e pequenos investimentos, é possível adequar a empresa à legislação, e gerar ganho econômico significativo por meio

dos benefícios ambientais provenientes das mudanças.

Para Nascimento (2016), nos supermercados há pouco ou nenhum tipo de controle, identificação e quantificação dos resíduos gerados. Não possuem conhecimento sobre a importância e da forma adequada do gerenciamento desses resíduos. Além disso, a autora identificou que há uma quantia notável desses resíduos como o papelão e o plástico, que são recicláveis e poderiam ser comercializados. Em relação aos resíduos orgânicos não aproveitados, uma quantia significativa poderia ser encaminhada para a destinação adequada como a compostagem, por exemplo, ou doados como alimentos para animais, assim receberiam o destino ambientalmente adequado. Quanto aos orgânicos passíveis de aproveitamento, os supermercados poderiam se envolver socialmente fazendo a doação dessas entidades beneficentes, seguindo todos os protocolos estabelecidos pela Anvisa, reduzindo assim o desperdício e os resíduos, além de minimizar o problema da fome no Brasil.

4 I CONCLUSÃO

A gestão dos resíduos sólidos vem sendo estudada, discutida e implementada, porém há necessidade de o empresariado desvincular qualquer atividade ambiental do custo adicional em sua operação. Como isso não acontece espontaneamente, muitas ações só são tomadas quando algum órgão fiscalizador faz a exigência. Para o empresário passa despercebido que algumas mudanças de hábitos no processo acarretariam redução de custos e consequentemente auxiliariam na preservação dos recursos naturais, melhorias na imagem da empresa e competitividade de mercado.

As atividades dos setores que compõe o supermercado foram mapeadas, a partir das visitas *in loco* e visitas nas áreas que integram a empresa. Com isso foi possível realizar o diagnóstico das condições que ocorrem no dia a dia. Com isso, pode-se identificar a dimensão e a variedade de resíduos sólidos que esse tipo de negócio pode impactar ao meio ambiente, quando ele não possui uma gestão ambientalmente correta.

Os resíduos de maiores volumes encontrados, foram o de papelão e orgânico. A destinação do papelão é para a indústria de reciclagem, porém para os resíduos orgânicos, o destino ainda é o aterro sanitário. Esta ação impacta financeiramente a operação do supermercado e o meio ambiente, visto que, essa destinação adotada não atende a PNRS. Diante dessa situação, verificou-se que a gestão de resíduos sólidos se faz necessária. Além disso, também foi possível observar que há uma deficiência na “cultura ambiental ou sustentável”, de forma que se faz necessário procedimentos que envolvam a conscientização ambiental podendo-se fazer uso da própria educação para que isso se concretize.

Muitos dos custos dos supermercados poderiam ser minimizados se houve um gerenciamento adequado dos resíduos gerados, principalmente com a estratégia de implementação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos. E a partir dele priorizar alternativas

para a não geração, a redução, o tratamento adequado, fazer uso da logística reserva, parceria com as indústrias para a reciclagem, recuperação e por fim para aqueles resíduos irrecuperáveis realizar a disposição final de forma ambientalmente mais adequada.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólido no Brasil 2015.** Edição 2015, São Paulo, SP, Brasil, 92 p., 2015. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf. Acesso em: abril de 2020.

BAUTISTA-LAZO, S.; SHORT, T. Introducing the all seeing eye of business: a model for understanding the nature, impact and potential uses of waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 141-15, 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília/ DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: abril de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos - SINIR. **Logística reversa e acordos setoriais**. Disponível em: http://sinir.gov.br/logistica-reversa. Acesso em: maio de 2021.

CERETTA, S. B.; FROEMMING, L. M. S. O papel dos supermercados na etapa da geração e descarte do lixo e o reflexo na questão ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 11, n. 24, p. 235-259, 2013.

CUNHA, F.G.D; CALIJURI, do C.M. **Engenharia Ambiental – Conceitos, Tecnologia e Gestão.** 30, Elsevier Editora Ltda, Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2013.

DEBASTIANI, S. M.; BERTOLINI, G. R. F.; LAGO, S. M. S.; KNIESS, C. T. Avaliação da gestão de resíduos sólidos de uma rede de supermercados no estado do Paraná como contribuição para um plano de gerenciamento. XIX SEME*AD* - Seminários em Administração. FEA-USP. São Paulo, p.1-18, 2016.

FADINI, P. S.; FADINI, A. B., **Lixo: desafios e compromissos.** Cadernos temáticos de Química Nova na Escola. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, v. 1. p. 9-18, 2001.

JARDIM, A.; YOSHIDA, C. Y. M.; MACHADO FILHO, J. V. **Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.** 1. ed. Barueri, SP: Manole. 732 p., 2012.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 7, p. 135-158, 2011.

NASCIMENTO, T. L. **Análise da gestão de resíduos sólidos gerados em supermercados de Planaltina/DF**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharel em Gestão Ambiental) – Universidade de Brasília (UnB), Planaltina, DF, 51 f., 2016

NASCIMENTO, V. F.; SOBRAL, A. C.; ANDRADE, P. R. DE; OMETTO, J. P. H. B. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Rev. Ambient. Água**. v.10, n. 4, p. 889-902, 2015.

OLIVEIRA, R. F.; FRAGOSO, A. R.; PEREIRA, K. B.; SCHRÖDER, N. T. **Estudo de implantação do Plano de Gestão de Resíduos Sólidos sustentável em um supermercado**. Anais V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte: IBEAS, 2014. Disponível em: http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2020/I-028.pdf. Acesso em: setembro de 2020.

SANTOS, M. R.; TEIXEIRA, C. E.; KNIESS, C. T. Avaliação de desempenho ambiental na valorização de resíduos sólidos de processos industriais. **Revista Administração UFSM**, Santa Maria, v. 7, edição especial, p. 75-92, 2014.

SOARES, A. C. B.; LORENZI JUNIOR, D.; ALMEIDA, D. M.; IBDAIWI, T. K. R.; LOPES, L. F. D.; FALKEMBACH, G. F. A gestão socioambiental em pauta. **Revista de Administração da UFSM**, v. 7, p. 113-126, 2014.

SOUZA, A.P**. Proposta de Gestão de Resíduos Sólidos de uma Indústria de Bebidas.** 101 p., Curitiba, 2010. Disponível em:http://tcconline.utp.br/media/tcc/2015/05/TCC- ARON.pdf. Acesso em: novembro de 2019.

STUMPF, U. D.; THEIS, V.; SCHREIBER, D. Gestão de Resíduos Sólidos em Empresas Metalomecânicas de Pequeno Porte. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 2, p. 230-247.2018

SUTHAR, S.; SINGH, P. Household solid waste generation and composition in different family size and socio-economic groups: a case study. **Sustainable Cities and Society**, v. 14, p. 56–63, 2015.

VIANA A. L. *et al.* **Diagnóstico da geração de resíduos em supermercados da cidade de Manaus-AM.** Anais 10º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. João Pessoa: FIRS, 2019. Disponível em: www.firs.instituto venturi.org.br. Acesso em: agosto de 2020.

WIRTH, I.G.; OLIVEIRA, C. B. **A política nacional de resíduos sólidos e os modelos de gestão. 2014** Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160331_livro_catadores_cap_9.pdf. Acesso em: outubro de 2019.

CAPÍTULO 10

GRAVIMETRIA DOS RESIDUOS DE SERVIÇO DE SAUDE - RSS REALIZADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE SAUDE DE RIBEIRÃO PRETO – SP COMO PROJETO INTEGRADOR DOS ALUNOS DO CURSO TECNICO EM MEIO AMBIENTE

Data de aceite: 21/07/2021

Data de submissão: 05/07/2021

Marcia Vilma Gonçalves de Moraes
Instituição Senac Ribeirão Preto
http://lattes.cnpq.br/2901693156201670

Roseanne Elis Falconi Guerrieri
Instituição Senac Ribeirão Preto
http://lattes.cnpq.br/6583049505318968

RESUMO: No Projeto Integrador – PI desta instituição de ensino o aluno é o protagonista diante de situações problematizadoras sua aprendizagem se faz durante todo o desenvolvimento do projeto pois ele aprenderá pesquisando, testando hipóteses, tomando decisões e agindo em equipe para atingir os objetivos traçados para o projeto. O curso de técnico em meio ambiente possui uma carga horaria total de 1.200 horas divididos em quatorze Unidades Curriculares – UC, fazendo parte das competências a UC14 Projeto Integrador – PI a qual integra todas as demais unidades curriculares para seu desenvolvimento. O desenvolvimento do projeto integrador se realizou numa instituição de saúde que acolhe idosos, composta com uma equipe multidisciplinar, com intuito de analisar através da gravimetria a correta segregação dos RSS desta instituição. Os RSS são classificados em cinco grupos sendo Grupo A infectantes está dividido em cinco subgrupos (A1, A2, A3, A4,A5), Grupo B resíduos químicos, Grupo C resíduos radioativos, Grupo D resíduos comuns, Grupo E resíduos perfurocortantes. A primeira gravimetria ocorreu no dia 26 de fevereiro de 2019 sendo que foram encontrados resíduos comuns totalizaram 1,36quilos correspondendo 60,4% e os resíduos infectantes totalizou 0,89 quilos correspondendo 39,5%. Após foi realizado uma palestra de orientação e conscientização a equipe de enfermagem em 19 de março e no dia 08 de agosto foi realizada a segunda gravimetria com resultado total de 1,34 quilos sendo que os resíduos comuns totalizaram 0,59 quilos correspondendo 44% e os resíduos infectantes totalizou 0,75 quilos correspondendo 56%. *Conclui-se* que após a palestra de orientação sobre a segregação correta dos resíduos a média por dia dos resíduos infectados separados corretamente ficaria em torno de 0,67 quilos/dia uma redução de 1,58 quilos de resíduo comuns sendo segregados como infectantes correspondendo a 70%. Portanto este treinamento surtiu um excelente resultado espera-se que continue com outros grupos de alunos.

PALAVRAS - CHAVE: Projeto Integrador, gravimetria, resíduos de serviço de saúde, técnico em meio ambiente.

GRAVIMETRY OF HEALTH SERVICE RESIDUES - RSS PERFORMED IN A HEALTH INSTITUTION OF RIBEIRÃO PRETO - SP AS INTEGRATIVE PROJECT OF THE STUDENTS OF THE TECHNICAL COURSE IN ENVIRONMENT

ABSTRACT: In the Integrator Project - IP of this educational institution the student is the protagonist in the face of problematic situations, his learning is done throughout the development

of the project because he will learn by researching, testing hypotheses, making decisions and acting as a team to achieve the objectives set for the project . The environmental technician course has a total workload of 1,200 hours divided into fourteen Curricular Units - CU, the CU14 Integrator Project - IP being part of the competences which integrates all the other curricular units for its development. The development of the integrative project took place in a health institution that welcomes the elderly, composed of a multidisciplinary team, in order to analyze through gravimetry the correct segregation of the RSS of this institution. The RSS are classified into five groups, with Group A infectious being divided into five subgroups (A1, A2, A3, A4, A5), Group B chemical waste, Group C radioactive waste, Group D common waste, Group E sharps waste. The first gravimetry occurred on February 26, 2019, with common residues totaling 1.36 kilograms, corresponding to 60.4%, and infectious residues, totaling 0.89 kilograms, corresponding to 39.5%. After a lecture of orientation and awareness was given to the nursing team on March 19 and on August 8, the second gravimetry was carried out with a total result of 1.34 kg, with the common waste totaling 0.59 kg, corresponding to 44% and infectious waste totaled 0.75 kg, corresponding to 56%. It is concluded that after the orientation lecture on the correct segregation of waste, the average per day of infected waste separated correctly would be around 0.67 kg / day, a reduction of 1.58 kg of common waste being segregated as infectious corresponding to 70%. So this training has had an excellent result and is expected to continue with other groups of students.
KEYWORDS: Integrator project, gravimetry, health service waste, environmental technician..

INTRODUÇÃO

Muitas são as práticas pedagógicas e a metodologia por projeto se torna uma alternativa pedagógica muito interessante por privilegiar a aprendizagem coletiva e as experiências e vivências de construção colaborativa a prática de projetos em situação educacional vem sendo revista e atualizada.

No Projeto Integrador – PI o aluno é o protagonista diante de situações problematizadoras sua aprendizagem se faz durante todo o desenvolvimento do projeto pois ele aprenderá pesquisando, testando hipóteses, tomando decisões e agindo em equipe para atingir os objetivos traçados para o projeto. Na perspectiva desta instituição de ensino o PI visa propiciar experiências de estudo que se sustentem no “aprender fazendo” e no diálogo entre a sala de aula e a realidade do mundo do trabalho, pensando nisto que o curso de técnico em meio ambiente que se trata de um curso profissionalizante trabalhou-se com o projeto integrador. (SENAC. DN., 2015)

O curso de técnico em meio ambiente possui uma carga horaria total de 1.200 horas divididos em quatorze Unidades Curriculares – UC, fazendo parte das competências a UC14 Projeto Integrador – PI a qual integra todas as demais unidades curriculares para seu desenvolvimento. O aluno é estimulado deste as primeiras unidades curriculares a pensar e fomentar o desenvolvimento de um PI que integre seus interesses e desperte para o mercado de trabalho. Esta turma do curso de técnico em meio ambiente com dez alunos todos se integraram para desenvolver um único projeto integrador da turma e após muitas

pesquisas eles resolveram realizar esta gravimetria dos resíduos de serviço de saúde - RSS numa instituição de saúde de Ribeirão Preto.

De acordo com a RDC ANVISA nº 222/18 e Resolução CONAMA nº 358/05 Os Resíduos de Serviço de Saúde estão classificados por grupos, sendo esta classificação elaborada em função das características devido à possível presença de agentes biológicos que podem estar presentes neste resíduo, podendo acarretar risco ao meio ambiente e a saúde. Os RSS são classificados em cinco grupos sendo Grupo A subdividido em cinco subgrupos A1 infectantes como bolsa de sangue, culturas de laboratório entre outras, A2 peças anatômica de animais infectados, A3 peças anatômicas humanas como membros e feto, A4 inclui a maior parte dos resíduos infectantes gerados nas unidades de saúde como gazes, algodão, equipo com sangue, A5 inclui qualquer material contaminado com príons. O Grupo B são resíduos químicos, Grupo C rejeitos radioativos, Grupo D resíduos comuns como papel, papelão e fraldas descartáveis, o Grupo E perfurocortantes incluindo agulhas, lancetas, lâminas de bisturi, ampolas, lâminas de barbear. (BRASIL, 2018; BRASIL, 2005)

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

O desenvolvimento do projeto integrador foi realizado numa instituição de saúde que acolhe idosos, composta com uma equipe multidisciplinar de médicos, enfermeiros, técnicos e auxiliares de enfermagem, nutricionista, psicóloga, fisioterapeuta, terapeuta ocupacional e assistente social e também é campo de estágio principalmente da enfermagem.

Para iniciar o PI os alunos entraram em contato com a gerencia da instituição para explicar o projeto e receber a liberação para o desenvolvimento do projeto, nesta primeira visita técnica foi levantado os tipos de RSS presentes na instituição verificando a existência de resíduos do Grupo A4 infectante Grupo E perfurocortante e do Grupo D resíduos comuns.

Foi observado as etapas do manejo dos RSS abrindo lixeiras onde eram segregados os resíduos, nesta parte foi observado que as lixeiras eram sem identificação e algumas não possuíam pedais para acionamento cuja legislação da RDC 222/18 não permite, bem como não ficavam próximas as lixeiras para segregação do infectante e do resíduo comum, tornando-se mais difícil a segregação destes resíduos. Os resíduos do Grupo E perfurocortantes estavam segregados dentro de caixas de *descarpack* suspensa em suportes, ao abrir as caixas foram verificados resíduos comuns acondicionados na caixa de perfurocortantes. Foi observado que o local de armazenamento destes resíduos era inadequado segundo a RDC222/18. Após a visita os alunos concluíram que os resíduos não estavam sendo segregados corretamente assim como a instituição não possuía armazenamento correto destes resíduos para coleta externa iniciando a problematização do PI.

A docente mediadora do PI contatou a instituição para agendamento da realização da gravimetria sendo que com a autorização a equipe de enfermagem comprometeu em

armazenar os RSS para realização da gravimetria (análise quantitativa e qualitativa dos resíduos).

A primeira gravimetria ocorreu no dia 26 de fevereiro de 2019 onde os alunos utilizaram Equipamentos de Proteção Individual - EPI como: botas de PVC, luva látex de procedimento e luva de PVC, avental de PVC, toca descartável, mascara descartável, óculos de segurança. Todos os alunos receberam uma pinça Cheron para manipulação do resíduo infectante e foi estendido lona plástica para o despejo dos sacos contendo resíduos infectantes.

A quantidade de sacos do Grupo A4 de um dia de armazenamento foram 3. Todos foram pesados em balança eletrônica digital da marca Toledo antes de serem abertos na lona no total os três sacos pesaram 2,25 kg, os resíduos infectantes, com exceção da caixa de descarpack, foram despejados na lona e iniciou-se a separação dos resíduos comuns presentes como, fralda descartável, copos descartáveis, papel de bala ate mesmo bala inteira, caixas de luvas descartáveis, papel toalha, blister vazio de medicamentos (figura 3).



Figura 3: resíduos comuns encontrados juntos com resíduos infectantes

Fonte: foto do próprio autor

Após a separação acondicionou os resíduos infectantes em um saco e foi pesado realizando o mesmo processo para os resíduos comuns. Os resíduos comuns totalizaram 1,36quilos correspondendo 60,4% e os resíduos infectantes totalizou 0,89 quilos correspondendo 39,5%.

Um estudo semelhante foi realizado em Goiânia concluiu que a etapa de manejo dos RSS que mais apresentou problemas foi a segregação, pois apenas 34,1% dos resíduos segregados como infectantes pertenciam, realmente ao grupo de infectantes. (ALVES, 2010).

Após a primeira etapa os alunos se organizaram e montaram slides para realização de um treinamento de conscientização e orientação para a equipe de enfermagem quanto a segregação correta dos RSS, esta palestra foi realizada em 19 de março de 2019 e no

dia 08 de agosto de 2019 foi realizada a segunda gravimetria com dois sacos de resíduo infectante (Grupo A4) porém acondicionados em dois dias. Os sacos foram pesados com total de 1,34kg após a separação os resíduos comuns totalizaram 0,59kg correspondendo 44% e os resíduos infectantes totalizou 0,75kg correspondendo 56%. Entretanto foram encontrados em menor quantidade copos descartáveis e fralda descartáveis no resíduo infectante. O resíduo do Grupo E perfurocortante identificados por fotos na primeira visita (figura 4) apresentava resíduos comuns assim como não eram acondicionadas as lâminas de barbear que segundo a enfermagem era segregada como resíduo comum (Grupo D). Após a realização da palestra foi observado através de foto (figura 5) a presença de lâminas de barbear apesar de ainda conter resíduos comuns, mas já se observa uma melhora da segregação deste tipo de resíduo.



Figura 4: caixa de descarpack foto tirada antes do treinamento



Figura 5: caixa de descarpack foto tirada após o treinamento. Observa-se a presença de barbeador.

Fonte: Foto do próprio autor

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Percebe-se que após a palestra de orientação sobre a segregação correta dos resíduos é possível concluir que a média por dia dos resíduos infectados separados corretamente ficaria em torno de 0,67 kg/dia uma redução de 1,58kg de resíduos comuns sendo segregados como infectantes correspondendo a 70%. Portanto este treinamento surtiu bom resultado e espera-se que continue, contudo seria muito interessante que outros Projetos Integradores tivessem uma continuidade com outros alunos que se interessassem em dar continuidade a esta temática.

REFERÊNCIAS

ALVES, S. B. Manejo de Resíduos de Serviços de Saúde na Atenção Básica. [Dissertação de mestrado], apresentada na Universidade Federal do Goiás, Faculdade de Enfermagem. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº222 de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Praticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde e dá outras providencias. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, 2005.

SENAC. DN. Projeto Integrador. Rio de Janeiro, 2015. 36 p. (Coleção de Documentos Técnicos do Modelo Pedagógico Senac, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em https://www.am.senac.br/anexos/modelopedagogico/4_Projeto_Integrador.pdf acesso em 03/09/2020

CAPÍTULO 11

ANÁLISE DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL E SEUS IMPACTOS EM RELAÇÃO À SAÚDE

Data de aceite: 21/07/2021

André Vieira Jordão
Faculdade Vale do Cricaré (FVC)
São Mateus – Espírito Santo
http://lattes.cnpq.br/1716708199447569

Marcus Antonius da Costa Nunes
Faculdade Vale do Cricaré (FVC)
São Mateus – Espírito Santo
http://lattes.cnpq.br/3882053619940936

Evan Pereira Barreto
Faculdade Vale do Cricaré (FVC)
São Mateus – Espírito Santo
http://lattes.cnpq.br/3869815991258738

Tasmânia da Silva Oliveira Mantiolhe
Faculdade Vale do Cricaré (FVC)
São Mateus – Espírito Santo
http://lattes.cnpq.br/7762310449084892

Eliane Maria Ferreira Moreira
Faculdade Vale do Cricaré (FVC)
São Mateus – Espírito Santo
https://orcid.org/0000-0003-1602-9134

Gilberto Freire Rangel
Faculdade Vale do Cricaré (FVC)
São Mateus – Espírito Santo
http://lattes.cnpq.br/7484713895141105

RESUMO: O Brasil apresenta ampla diversidade quanto ao acesso à água tratada e esgotamento sanitário, o que possui reconhecida relação com a incidência de doenças e com indicadores de saúde de modo geral, bem como com os investimentos realizados. Entretanto, os estudos de saneamento ambiental e saúde pública ainda são incipientes, sobretudo em países em desenvolvimento, o que torna necessário o estudo deste tópico no Brasil. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi investigar a associação entre saneamento básico e os indicadores de saúde no Brasil, de acordo com as regiões administrativas e tamanho municipal populacional. Para este estudo transversal quantitativo, foram utilizados dados de levantamento nacional brasileiro referentes ao acesso à água tratada, esgotamento sanitário, indicadores de saúde entre os anos de 2011 a 2017.

PALAVRAS - CHAVE: Água, saneamento, saúde.

ANALYSIS OF BASIC SANITATION IN BRAZIL AND ITS IMPACTS IN RELATION TO HEALTH

ABSTRACT: Brazil has a wide diversity in terms of access to treated water and sanitation, which has a recognized relationship with the incidence of diseases and with health indicators in general, as well as with the investments made. However, studies on environmental sanitation and public health are still incipient, especially in developing countries, which makes it necessary to study this topic in Brazil. Thus, the objective of this study was to investigate the association between basic sanitation and health indicators in Brazil, according to administrative regions and municipal population size. For this quantitative cross-sectional study, data from the Brazilian national survey on access to treated water, sanitation,

health indicators between the years 2011 to 2017 were used.

KEYWORDS: Water, sanitation, health.

1 I INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a relação entre a saúde humana e o saneamento ambiental definiu teorias diferentes sobre o processo saúde-doença, pautados sempre na busca por identificação de fatores causais dos estados patológicos. Houve incessante procura por compreensão dos aspectos ambientais envolvidos na modificação do estado de saúde das pessoas, o que conduziu a concepções distintas que se alteraram com o tempo.

O conhecimento passou por sistematização, e desenvolveram-se novas tecnologias que contribuíram para a investigação científica. Das explicações mágico-religiosas para a doença, chegou-se à determinação social do processo de saúde-doença devido a inúmeras contribuições como: as observações do período do império grego; os registros anatômicos que possibilitaram o surgimento da ciência médica a partir do século XVII; e o desenvolvimento do microscópio que permitiu reforçar a epidemiologia como ciência.

Em todos esses momentos históricos, houve destaque especial para o saneamento básico como um elemento causal central do adoecimento humano, principalmente com relação à água para consumo e destinação de dejetos. Embora este conhecimento seja antigo, políticas públicas para a resolução de problemas de saneamento básico são recentes no mundo e no Brasil, sendo ainda mais atual a associação dessas variáveis com indicadores de saúde.

São abundantes as publicações científicas que demonstram a complexidade da relação entre o saneamento e a prevenção de problemas de saúde, especialmente em países em desenvolvimento. Essa relação constitui-se como um alicerce indispensável para a saúde pública, e apresenta reflexos diretos na economia.

No Brasil, observou-se que investimentos em saneamento se associaram à redução de custos e despesas com internações em decorrência de doenças gastrointestinais, o que gerou uma economia de cem milhões de reais aos cofres públicos entre 2016 e 2004. Embora esses resultados sejam promissores, a investigação da relação entre saneamento, adoecimento e custos para o sistema de saúde ainda é incipiente, carecendo de dados regionais que direcionem políticas públicas para combater desigualdades. Enquanto o Sudeste brasileiro vive uma realidade de alta cobertura de indicadores de saneamento, o Norte ainda não atingiu 50% de acesso ao esgotamento sanitário. Além disso, ainda há no Sudeste coexistência de *clusters* específicos de baixa cobertura (TRATA BRASIL, 2017).

Sendo assim, esse artigo investigará a associação entre saneamento básico e os indicadores de saúde no Brasil, de acordo com as regiões administrativas e tamanho municipal populacional referente ao ano 2018.

2 I SANEAMENTO BÁSICO E A SAÚDE

Saneamento básico, um direito humano fundamental segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) (2010), envolve controlar fatores oriundos do meio físico humano e que podem produzir efeitos em sua saúde, conforme conceito da Organização Mundial de Saúde (OMS) (bem-estar físico, mental e social). Trata-se de uma definição ampla, que pode ser restringida a ações de saneamento de alimentos, habitações e local de trabalho, higiene industrial e medidas para redução da poluição sonora e atmosférica. *Conforme* a Política Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2007), as quatro esferas do saneamento básico caracterizam-se por

> [...] abastecimento de água potável, da captação até a distribuição. Esgotamento sanitário, estabelecido pelos serviços de coleta, condução, tratamento dos rejeitos, acondicionamento adequado e lançamento no meio ambiente. A limpeza urbana e gestão dos resíduos sólidos, realizadas no sistema de coleta dos resíduos, transporte e transbordo adequados, tratamento e disposição final. Por fim, o conjunto de drenagem e gestão de águas pluviais, formada pelo recebimento da água da chuva, transporte, tratamento e disposição final.

A partir destas visões, tem-se incluído na definição de saneamento básico o abastecimento de água (fornecimento de água potável às populações), o esgotamento sanitário (coleta e tratamento de esgoto, respeitando-se o meio ambiente), a limpeza pública (manejo de resíduos sólidos domésticos), a drenagem pluvial e o controle de vetores de doenças transmissíveis (HELLER, 1998). Dentre estes aspectos, destacam-se o abastecimento de água e o esgotamento sanitário como fundamentais na promoção da saúde, associados ao manejo de resíduos urbanos.

3 I ÁGUA E ABASTECIMENTO

Como recurso natural e essencial, a água está associada as características da evolução e desenvolvimento da sociedade, estendendo-se a evolução de valores culturais da humanidade. As questões relacionadas a disponibilidade hídrica mundial tiveram maior relevância e destaque no final do século XXI e têm sido colocadas como pauta de grande relevância e enfoque nacional e internacional, relatórios e ações como de garantir a quantidade, qualidade, bem como o uso sustentável.

A Declaração dos Direitos da Água, que foi redigida pela Organização das Nações Unidas, ressalta a preservação dos recursos naturais e sua influência indispensável para a sobrevivência da vida na Terra.

> A água potável limpa, segura e adequada é vital para a sobrevivência de todos os organismos vivos e para funcionamento dos ecossistemas, comunidades e economias. Mais a qualidade da água em todo o mundo é cada vez mais ameaçada à medida que as populações humanas crescem, atividades agrícolas e industriais se expandem e as mudanças climáticas ameaçam a alterar o ciclo hidrológico global (ONU BRASIL, 2010).

A falta de água potável pode ser uma das fontes da perpetuação da pobreza devido a incidência de doenças causadas pelas precárias condições sanitárias, que acarretam perda de renda e configuram como fatores estruturais de risco.

No dia 22 de março de 1992, a Organização das Nações Unidas (ONU) divulgou um importante documento: a Declaração Universal dos Direitos da Água como um direito fundamental.

> Art. 2º- A água é a seiva do nosso planeta. Ela é a condição essencial de vida de todo ser vegetal, animal ou humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura. O direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado do Art. 3 º da Declaração dos Direitos do Homem (ANA, 2019).

O Comitê dos Direitos Econômicos das Nações Unidas, em seu Comentário nº 15, de 20/01/2003 diz que: "A água é um recurso natural limitado e um bem público fundamental para a vida e a saúde".

A Organização das nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) lançou o Relatório Mundial das nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recurso Hídricos 2018. O Relatório informa que a demanda mundial por água cresce a uma taxa de 1% ao ano, devido ao crescimento populacional, desenvolvimento econômico, e estima-se que 3,6 bilhões de pessoas habitam regiões com escassez de água em determinados períodos. Os recursos hídricos estão cada vez mais escassos pela demanda, alterações do clima e a própria poluição (UNESCO, 2018).

4 | ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O manejo de resíduos começou a ganhar relevância em saúde pública a partir da Revolução Industrial, sendo que resíduos sólidos passaram a ter importância internacional a partir de 1970, acompanhando as mudanças sociais e econômicas do período e levando ao surgimento de leis nacionais e internacionais para a redução de sua geração (BRASIL, 2010). No manejo de resíduos, destacam-se o esgotamento sanitário e o tratamento de resíduos sólidos.

O esgotamento sanitário pode ser definido, conforme legislação da PNSB (2007), como a associação de serviços realizados por meio de infraestrutura por etapas, com processos de coleta, gestão, tratamento e distribuição final do esgoto sanitário, desde as ligações residenciais até o destino final ao meio ambiente. Inclui o lançamento de águas resultantes de atividades domésticas e banheiros (PORTAL TRIBUTÁRIO, 2007).

A Agência Nacional de Águas (ANA) informa que aproximadamente 3 mil municípios brasileiros, que representam 55,2% do total, são providos de coleta e tratamento de esgoto, sendo que dentre todos os indicadores este é o que está mais longe da universalização dos municípios brasileiros (ANA, 2019). O Atlas Esgotos (2017) revela que menos da

metade (42,6%) dos esgotos do País é coletada e tratada. Apenas 39% da carga orgânica gerada diariamente no País (9,1 mil t) é removida pelas 2.768 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) existentes no Brasil antes dos efluentes serem lançados nos corpos d'água. A ausência de coleta e tratamento de esgoto agrava a crise hídrica impedindo o uso e consumo humano. De acordo com ANA (2017) mais de 110 mil quilômetros de rios do País estão poluídos.

Através dos dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), pode-se observar informações sobre o esgotamento sanitário do Brasil. O esgoto é fonte de agentes patogênicos como parasitas e bactérias, que são transmitidos pela água.

A Análise de Situação de Saúde é um processo que permite caracterizar, mensurar e explicar o perfil de saúde-doença de uma população, incluindo os danos ou problemas de saúde, assim como seus determinantes sociais, que facilitam a identificação de necessidades e prioridades em saúde e a identificação de intervenções e de programas e a avaliação do seu impacto (BRASIL, 2015).

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2016) define saúde não como ausência de doença ou enfermidades, mas como uma situação geral de bem-estar mental, social e físico. A principal meta é buscar a cobertura universal de saúde para que todas as pessoas possam obter os cuidados que necessitam.

Com base nessas concepções, Teixeira (2010) considera que, para a identificação dos riscos à saúde, das formas de adoecimento e dos óbitos, deve-se levar em conta dados epidemiológicos. Isto implica em identificar os grupos sociais envolvidos e elucidar as alternativas de intervenção para identificar, resolver os controlar as condições existentes. Questões como insuficiência do alcance dos objetivos pretendidos pelas políticas de saúde devem-se à organização e à gestão do sistema de saúde (TEIXEIRA, 2010).

É frequentemente reconhecido o papel do fornecimento de água, tratamento e coleta de esgoto na saúde e em indicadores epidemiológicos. Esta compreensão iniciou-se com a teoria miasmática, que buscou fundamentação científica através da comprovação da relação entre má qualidade da água ingerida na fonte e a incidência de cólera por John Snow, medico de Londres (1849). A partir disto, grandes investimentos passaram a ser realizados em saúde pública, o que resultou em declínio acentuado dos óbitos. "A simples eliminação do contato de pessoas com água contaminada por esgotos conteve a epidemia de cólera em Londres em 1854" (CROSIER, 2007).

O acesso ao saneamento básico está diretamente relacionado à redução de internações por infecções gastrointestinais na rede hospitalar do Sistema Único de Saúde (SUS) também no Brasil. Ocorrem anualmente 340 mil internações por infecções gastrointestinais infecciosas e 14 milhões de afastamentos do trabalho por diarreia e vômito no Brasil. Caso 100% da população tivesse acesso à coleta de esgoto, haveria uma redução de 74,6 mil internações em todo o país por ano (21%), segundo Melito (2018).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram que 1.935 dos 5.570 municípios brasileiros, ou 34,7% do total, registram epidemias ou endemias relacionadas à falta ou à deficiência de saneamento básico (CNI, 2018). O custo de uma internação por infecção gastrointestinal no sistema único de Saúde (SUS) relacionada à contaminação da água é de R$ 355,71 por paciente segundo o Ministério da Saúde (AGÊNCIA BRASIL, 2018). Fica evidente que o investimento resultaria em economia e benefício para a população.

> Outro grupo de doenças infecciosas que podem ser fortemente afetadas por mudanças ambientais e climáticas são as doenças de veiculação hídrica, que têm no saneamento sua principal estratégia de controle. Desde as primeiras intervenções de saneamento de grandes cidades no fim do século XIX, houve redução significativa de indicadores como a mortalidade infantil e a ocorrência de epidemias (BARCELLOS, et al., 2009).

Um dos objetivos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) - Saúde e Bem-Estar – se relaciona com a redução no número de mortes e enfermidades causadas por substâncias químicas e pela contaminação da água, do ar e do solo.

> A saúde é um campo fértil para tal reflexão. Saúde e bem-estar são, resultado de uma série de outras políticas setoriais, como as relativas a saneamento, pobreza, educação e consumo, cuja vinculação com a saúde nem sempre é considerada em sua formulação ou na expectativa de resultados (CEE, 2018).

O boletim epidemiológico do Ministério da saúde relata que em 2018, logo após a dengue, a lista de doenças mais citadas pelos municípios foram diarreia e verminoses, normalmente associadas à ingestão ou ao contato com água contaminada. Dentre as metas da ODS, estão incluídos:

> **3.3** Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, doenças transmitidas pela água, e outras doenças transmissíveis (ONU BRASIL, 2015).

A mortalidade infantil também está relacionada ao saneamento básico porque está atrelada a doenças associadas à falta de saneamento. Segundo a ONU Brasil (2018), em 2017, 2,5 milhões de recém-nascidos morreram no primeiro mês de vida. Crianças nascidas na África Subsaariana tem mais chances de morrer durante o primeiro mês se comparadas a crianças nascidas em países desenvolvidos

De acordo com Silva e Araújo (2003), o consumo de água dentro dos padrões potáveis e isenta de organismos patogênicos evita efeitos nocivos e colabora para a prevenção de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI). A ocorrência dessas doenças em países subdesenvolvidos tem como principal fator a fragilidade dos sistemas de saneamento básico (SILVA; ARAÚJO, 2003).

> [...] a importância da água destinada para consumo humano como veículo de transmissão de enfermidades tem sido largamente difundida e reconhecida. A maior parte das enfermidades existentes em países em desenvolvimento em que o saneamento é deficiente é causada por bactérias, vírus, protozoários e helmintos. Estes organismos causam enfermidades que variam em intensidade vão desde gastrenterites e graves enfermidades algumas vezes fatais e de proporções epidêmicas [...] (BRASIL, 2005, p. 20).

A demanda de água cresce, as reservas hídricas estão cada vez mais limitadas, e negligenciar as oportunidades da gestão de águas residuais é impensável (UNESCO, 2017). Sabe-se que 88% dos óbitos causados pela diarreia são atribuídos à água contaminada, à higiene precária e ao saneamento inadequado, além da ausência do sistema sanitário, que expõem os indivíduos à patógenos causadores das doenças diarreicas (PAZ; ALMEIDA; GUNTHER, 2012). Atualmente, 844 milhões de pessoas necessitam de água limpa, potável e disponível para viver dignamente e mais de 25% da população mundial não tem acesso a instalações sanitárias básicas, o que compromete a saúde e a dignidade humana (UNESCO, 2017).

A maior parte das doenças transmitidas para o homem é causada por microrganismos como vírus, bactérias, protozoários e helmintos. Esses agentes fazem vítimas devido a ingestão direta de água sem tratamento e contaminada, o que decorre da deficiência de tratamento do esgoto doméstico (ROUQUAYROL; SILVA, 2013). A falta de saneamento e higiene têm impactos significativos no desenvolvimento social, sendo que 4% da população (25,5 milhões de pessoas) sofreram de diarreia em 2015, dos quais 60% eram crianças com menos de 5 anos de idade (WHO, 2017).

> Em 2015, foi a segunda principal causa de mortalidade em menores de 5 anos no mundo. Aproximadamente 525 mil crianças menores de 5 anos morrem a cada ano por diarreia. No Brasil, a diarreia passou da 8ª causa de morte, em 1990, para a 30ª em 2010, com redução de 82% (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Considerando o avanço gradativo segundo o Trata Brasil 2017, a projeção é de que haverá redução de gastos com internações por infecções gastrointestinais na rede hospitalar do SUS (de R$ 95 milhões em 2015 para R$ 72 milhões em 2035) devido às políticas de saneamento básico. Isso representa uma economia para o SUS da ordem de R$ 7,239 bilhões no Brasil (TRATA BRASIL, 2018).

5 I METODOLOGIA

Para este estudo transversal quantitativo, foram utilizados dados de levantamento nacional brasileiro referentes ao acesso à água tratada, esgotamento sanitário, indicadores de saúde entre os anos de 2011 a 2017.

Este estudo, é definido como uma análise da associação entre acesso à água tratada e esgotamento sanitário com indicadores de saúde em saneamento básico, cuja

interferência direta na saúde das populações é reconhecida.

Trata-se de estudo epidemiológico retrospectivo e de avaliação de indicadores e suas relações entre adoecimento e saneamento básico. Yin (2005) considera o contexto histórico e situacional da realidade a ser estudada, sem desconsiderar a sua individualidade e as suas particularidades. Ele possibilita a compreensão de relações estruturais ao permitir um exame detalhado das relações e dos dados e, principalmente, por evidenciar o rumo de um processo em andamento e a maneira de interpretá-lo (MINAYO, 2006).

É descritivo, por levantar e relatar os dados epidemiológicos e analisá-los individualmente e em associação entre eles. Mesmo descritivo, esse estudo pretende, como proposto no método do Estudo de Caso, esclarecer uma relação causal entre os indicadores estudados (YIN, 2005). Para Vergara (2014), a pesquisa descritiva permite que se evidenciem as particularidades de fenômenos definidos, sem a pretensão de sua elucidação direta, mas intencionando a instrumentalização desta interpretação.

6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a análise de resultados, pode-se observar que o abastecimento de água no Brasil há uma diferença estatística grande entre a região brasileiras. As regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste possuem média 89,1% estatisticamente maiores quando comparadas com as regiões Norte e Nordeste, principalmente a região norte onde apenas 59,2% dos domicílios estão ligados à rede de distribuição.

De acordo com Freitas *et al.* (2002) por causa das diversas condições ambientais que a água está desprotegida, é indispensável que ela passe por um tratamento para torná-la potável. Contudo, no tratamento são usados produtos químicos que necessitam ser monitorados durante e depois das técnicas, para assegurar que a água não ofereça resíduos que possam causar problemas de saúde ao consumidor.

Em relação ao esgotamento sanitário, as regiões Norte e Nordeste são as únicas regiões em que o percentual de domicílios ligados à rede geral diretamente ou via fossa é menor que 50%. De acordo com o IBGE (2018) na região Norte, 69,2% das residências despejam seu esgoto em fossas não ligadas à rede, percentual que chega a 48,2% no Nordeste.

Em relação aos indicadores de saúde e saneamento básico, de acordo com pesquisa pelo IBGE (2017), mostrou que várias doenças atingiram 34,7% dos municípios brasileiros em 2017, sendo a dengue a mais mencionada 26,9%. Dentre os municípios nordestinos 29,6% confirmaram terem passado por uma epidemia de zika e 37,3% de Chikungunya. Logo a febre amarela foi mais citada pelos municípios da região Sudeste (5,1%) e Norte (4,7%). Na figura abaixo, pode-se constatar igualmente o caso da diarreia (23,1%) e verminoses (17,2%) nos municípios. Ressaltando que a diarreia é uma das maiores causas de internações no país segundo o Instituto Trata Brasil.

Os dados deste estudo são similares aos descritos anteriormente, em que apenas 55% dos municípios brasileiros tem uma rede apropriada para coleta de esgoto, sendo que apenas 68,8% desse esgoto coletado é de fato tratado antes de despejado no leito dos rios (PAIVA; SOUZA, 2018).

Foram observadas diferenças em relação ao abastecimento de água entre as regiões brasileiras, correspondentes a outros estudos neste campo do conhecimento, embora não houve diferença estatística quanto ao esgotamento sanitário. Os índices de atendimento total de água, conformidade em relação a coliformes fecais e esgotamento sanitário foram menores no Nordeste e no Norte em relação às outras regiões, o que se correlacionou com a incidência de dengue, diarreia, febre amarela e infecção por helmintos.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já é bastante antigo o conhecimento de que o saneamento é fundamental na proteção da saúde da população, diminuindo as consequências da pobreza e protegendo o meio ambiente.

O acesso à água potável é especialmente importante para grupos de risco, como crianças e idosos (PAIVA; SOUZA, 2018). Além disso, sabe-se que o investimento neste setor está relacionado com a eficiência de políticas, embora dados brasileiros ainda careçam de maiores estudos. Assim, este trabalho pretendeu investigar estes aspectos, e procurar identificar se havia correlação entre os dados encontrados.

No Brasil, já é fato conhecido que, quanto maior o acesso ao saneamento básico, menor a incidência de doenças relacionadas ao contagio hídrico e menor a morbidade associada, embora nem sempre essa relação seja evidente quando da análise de municípios e microrregiões, onde por vezes o acesso ao saneamento básico não implicou em diferença nas internações por doenças de contaminação hídrica quando comparado aos índices de cidades próximas com menor acesso.

Um fator que pode estar relacionado a isto é a carência de atitudes preventivas e a necessidade de maior educação da população, que pode reduzir a incidência de doenças quando associada ao saneamento básico já existente.

Em geral, os dados que se observa na população brasileira, incluindo os obtidos neste estudo, se mostram aquém do esperado para um pais como o Brasil, quanto ao seu desenvolvimento, o que parece estar relacionado à ótica curacionista e não preventiva em saúde, bem como com a carência de aproximação entre saneamento e saúde pública, para que o problema possa ser melhor compreendido e efetivamente combatido.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Saúde. **Esgoto Tratadoreduz índice de doenças no Triãngulo Mineiro**, 20 set. 2018. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2018-09/esgoto-tratado-reduz-indice-de-doencas-no-triangulo-mineiro>. Acesso em: 12 jul. 2020.

ANA. Atlas Esgotos revela mais de 110 mil km de rios com comprometimento da qualidade da água por carga orgânica. **Agência Nacional de Águas**, 2017. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias-antigas/atlas-esgotos-revela-mais-de-110-mil-km-de-rios.2019-03-15.5295492177>. Acesso em: 8 jul 2020.

ANA. Dia Mundial da Água. **Agência Nacional de Água**, 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/dia-mundial-da-agua-artigo.2019-03-15.6634483767>. Acesso em: 15 jul. 2020.

ANA. Plano Nacional de Saneamento Básico: o que falta para avançar? **Plano Nacional de Saneamento Básico - Agência Nacional de Águas**, 15 Marco 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/plano-nacional-de-saneamento-ba-sico-o-que-falta.2019-03-15.4665581007>. Acesso em: 18 jul. 2020.

ATLAS ESGOTOS. **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas**. ANA. [S.l.]. 2017.

BARCELLOS, C.et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 285-304, Setembro 2009.

BRASIL. **Análise de indicadores relacionados à água para consumo humano e doenças de veiculação hídrica no Brasil,ano 2013, utilizando a metodologia da matriz de indicadores da OrganizaçãoMundial da Saúde (OMS)**. Ministério da Saúde. Brasília – DF , p. 37. 2015. (ISBN 978-85-334-2234-6).

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Presidência da República**, Brasília: Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12 jul 2020.

CAMPOLINA , C.; CROCCO, M. **Economia Regional e Urbana:** contribuições teóricas recentes. Belo Horizonte: [s.n.], 2006. 33-60 p. ISBN 85-7041-517-6.

CEE. Percepção de especialistas em saúde sobre a Agenda 2030 e o ODS3 Saúde. **Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz**, 2018.

CNI. A realidade do saneamento básico no Brasil. **Agência de Notícias CNI**, 7 nov. 2018. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/especiais/infografico-a-realidade-do-saneamento-basico-no-brasil/>. Acesso em: 19 jul. 2020.

CORRÊA, M. A. K. **O impacto do investimento em saúde pública no desenvolvimento econômico e social: uma análise dos municípios do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Francisco Beltrão, p. 99. 2016.

CROSIER, S. John Snow: The London Cholera Epidemic of 1854. Santa Barbara: [s.n.], 2007.

FREITAS, V. P. S. et al. **Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v.61, n.1, p.51-8, 2002.

HELLER, L.; REZENDE, S. C. **O saneamento no Brasil:** políticas e interfaces. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2008. 387 p.

IBGE. Estimativa Populacional 2017. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017a. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=16985&t=resultados>. Acesso em: 14 jul. 2020.

IBGE. Perfil dos Municípios Brasileiros. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017b. Disponível em: <https://munic.ibge.gov.br/>. Acesso em: 13 jul. 2020.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB IBGE. **Estatísticas** › **Multidomínio** › **Meio ambiente**, 2007. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?>. Acesso em: 14 jul. 2020.

IBGE. Portal do IBGE. **Atlas do Saneamento**, 2011. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/atlas/tematicos/16365-atlas-de-saneamento.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 11 jul 2020.

KAZA, S.et al. **What a Waste 2.0:** A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: Banco Mundial, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>. Acesso em: 12 jul. 2020.

MELITO, L. Em oito anos, mais de 34,2 mil leitos no SUS foram fechados, diz CFM. **Agência Brasil**, Brasília-DF, 2018. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2018-07/em-oito-anos-mais-de-342-mil-leitos-do-sus-foram-fechados-diz-cfm>. Acesso em: 16 jul. 2020.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do Conhecimento:** pesquisa qualitativa em saúde. São Paulo: Hucitec, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **SAÚDE BRASIL 2017:** Uma análise da situação de saúde e os desafios para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília-DF: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_brasil_2017_analise_situacao_saude_desafios_objetivos_desenvolvimento_sustetantavel.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

OMS. OPAS/OMS Brasil - OPAS/OMS apoia governos no objetivo de fortalecer e promover a saúde mental da população. **OPAS Brasil**, 10 Outubro 2016. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5263:opas-oms-apoia-governos-no-objetivo-de-fortalecer-e-promover-a-saude-mental-da-populacao&Itemid=839>. Acesso em: 12 jul. 2020.

OMS. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene I 2000-2017**. United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization (WHO), 2019. [S.l.], p. 71. 2019.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS 1992. Declaração Universal dos Direitos da Água - 1992. **Universidade de São Paulo - USP**, 22 mar. 1992. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>. Acesso em: 15 jul. 2020.

ONU BRASIL. A ONU e a Água. **Nações Unidas Brasil**, 2010. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/agua/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

ONU BRASIL. Agenda de 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Site da Nações Unidas**, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

ONU BRASIL. ONU: uma criança morre a cada 5 segundos no mundo, 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-uma-crianca-morre-a-cada-5-segundos-no-mundo/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

ONU NO BRASIL. **Sistema Único de Saúde**. [S.l.]. 2018.

ONU. 17 Objetivos para Transformar Nosso Mundo. **Nações Unidas Brasil**, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza. SOUZA, Marcela Fernanda da Paz de. **Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil.** *Cad. Saúde Pública* [online]. 2018, vol.34, n.1, e00017316. Epub Feb 05, 2018.

PAZ, M. G. A. D.; ALMEIDA, M. F. D.; GUNTHER, W. M. R. Prevalência de diarreia em crianças e condições de saneamento e moradia em áreas periurbanas de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Epidemiologia,** Brasilia, 15, n. 1, Março 2012. 188-197. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2012000100017>. Acesso em: 15 jul. 2020.

PORTAL TRIBUTÁRIO. Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. **Normas Legais**, 2007. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/lei-11445-2007.htm>. Acesso em: 17 jul. 2020.

REZENDE, F. **Finanças Públicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

ROUQUAYROL, M. Z.; SILVA, M. G. C. D. **Epidemiologia & Saúde**. 7. ed. Rio de Janeiro: MedBook, 2013. ISBN 8599977849.

SILVA, R. D. C. A. D.; ARAÚJO, T. M. D. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003. ISSN ISSN 1413-8123. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v8n4/a23v8n4>. Acesso em: 18 jun. 2020.

TEIXEIRA, C. **Planejamento em Saúde:** conceitos, métodos e experiências. Salvador: EDUFBA, 2010.

TRATA BRASIL. Impactos do esgoto para a saúde da população. **Trata Brasil**, 29 abril 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2019/04/05/impactos-do-esgoto-para-a-saude-da-populacao/>. Acesso em: 18 jun. 2020.

TRATA BRASIL. Painel Saneamento Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=0>. Acesso em: 18 jul. 2020.

UNESCO. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. **World Water Development Report – WWDR**, 2018. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasilia/natural-sciences/environment/wwdr/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas , 2014.

VIANA, A. L.; ELIAS, P. E. M. Saúde e Desenvolvimento. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 1765-1777, 2007.

WHO. Inheriting a Sustainable World: Atlas on children's health and the environment. **World Health Organization**, 2017. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254677/1/9789241511773-eng.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

CAPÍTULO 12

PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR AS MARGENS DO RIO VERMELHO – ÁREA URBANA DO DISTRITO DE RIO VERMELHO – MUNICÍPIO DE XINGUARA / PA

Data de aceite: 21/07/2021

Ozaíde Farias Serrão
Pós-Graduada em Gestão Hídrica e Ambiental
Universidade Federal do Pará

Silvana do Socorro Carvalho Veloso
Professora Doutora em Geoquímica Ambiental
Universidade Federal Rural da Amazônia

RESUMO: As atividades agrícolas e pecuárias são consequências do desenvolvimento humano, quando não planejados, ocasionam grandes prejuízos ecológicos e destruição dos recursos naturais, especialmente as matas ciliares, que é um tipo de vegetação presente próximo aos corpos d'agua. A áreas de preservação permanente, desempenham importante papel ambiental na manutenção da quantidade e qualidade da água, estabilidade do solo e controle de processos erosivos. O objetivo desta pesquisa foi elaborar uma proposta de recuperação de área degradada em uma APP, situada à margem esquerda do Rio Vermelho, localizado na zona urbana do Distrito de Rio Vermelho, no Município de Xinguara no Pará, com sugestões que restabeleçam sua estrutura e garantam a diversidade funcional dos ecossistemas, especialmente em Área de Preservação Permanente. O método proposto como estratégia para a restauração do ecossistema, foi de regeneração natural com manejo por adensamento, que consiste na introdução indivíduos e espécies vegetais, para a aceleração a cobertura do solo por espécies nativas, elevando a chance de regeneração natural e evitando espécies invasoras. Seguindo a matriz modelo utilizada nos grupos ecológicos classificados como pioneiras, secundárias e climácicas. Realizando o monitoramento da ação para verificação da restauração de composição vegetal e da qualidade do solo. Espera-se controlar os impactos ambientais originados pelas atividades desenvolvidas no entorno da área, restaurando a composição vegetal, evitando assim a ocorrência de assoreamento e consequente carreamento de sedimentos, como solo e vegetação para o curso d'água, restabelendo o ecossistema degradado. Neste sentido, a técnica promissora é viável para recupeação de áreas degradadas observando algunas condições mínimas da área em estudo requeridas para o desenvolvimento e implantação da mesma. Seguindo a proposta, a área irá se recuperar, melhorando vários aspectos tanto para a fauna, flora e o principal, o recurso hídrico.
PALAVRAS - CHAVE: Vegetação ripária. Área Degrada. Medidas mitigatórias.

ABSTRACT: Agricultural and livestock activities are consequences of human development, when unplanned, cause great ecological damage and destruction of natural resources, especially riparian forests, which is a type of vegetation present close to bodies of water. The areas of permanent preservation play an important environmental role in maintaining the quantity and quality of water, soil stability and control of erosion processes. The objective of this research was to elaborate a proposal for the recovery of degraded area in an APP, located on the left bank

of the Rio Vermelho, located in the urban area of the District of Rio Vermelho, in the Municipality of Xinguara in Pará, with suggestions that restore its structure and guarantee the functional diversity of ecosystems, especially in the Permanent Preservation Area. The proposed method as a strategy for the restoration of the ecosystem, was of natural regeneration with management by densification, which consists of introducing individuals and plant species, to accelerate the soil cover by native species, increasing the chance of natural regeneration and avoiding invasive species. Following the model matrix used in ecological groups classified as pioneer, secondary and climatic. Monitoring the action to verify the restoration of plant composition and soil quality. It is expected to control the environmental impacts caused by the activities carried out in the surroundings of the area, restoring the vegetal composition, thus avoiding the occurrence of silting and the subsequent carrying of sediments, such as soil and vegetation into the watercourse, restoring the degraded ecosystem. In this sense, the promising technique is feasible for recovering degraded areas, observing some minimum conditions of the area under study required for its development and implantation. Following the proposal, the area will recover, improving several aspects for both fauna, flora and the main one, the water resource.
KEYWORDS: Riparian vegetation. Degraded Area. Mitigation measures.

1 I INTRODUÇÃO

No Brasil, o avanço do desenvolvimento dos centros urbanos e o aumento das atividades agrícolas são causas de desmatamento, ocasionando diretamente ameaça as Áreas de Preservação Permanente - APP (ALMADA; RODRIGUES; SOUZA, 2016). Para os 5.570 municípios, o país atingiu cerca de 211,8 milhões de habitantes em 2020, crescendo 0,77% em relação ao ano de 2019. (IBGE, 2021).

As APP's são áreas formadas por vegetação nas margens de rios, lagoas ou reservatórios de águas artificiais, ainda aquelas situadas em topos de morros, encostas íngremes, bordas de chapadas com altitudes superiores a 1800m, sejam públicas ou privadas, nestas áreas é proibida a retira da vegetação, salvo para fins científicos. (SILVA, 2018).

Nos termos da Carta Magna (CF-1988), as Área de preservação Permanentes fazem parte dos espaços territoriais especialmente protegidos de acordo com o art. 225 da Constituição Federal.

O Código Florestal (Lei nº 12.651/12), enfatiza a instituição de área de proteção como a Área de Preservação Permanente (APP), com valores legais de proteção da vegetação de entorno de acordo com o tamanho do curso d'água (BRASIL, 2012). Ressaltando ainda em seus artigos 4º, 5º e 6º, as áreas de preservação permanentes são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetações nativas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

Segundo Da Rosa; Buffon; Kehl (2010) as áreas de APP preservadas servem de

corredor para a fauna, são dispersora de sementes mantendo o fluxo gênico das populações, além de realizar a manutenção dos recursos hídricos, por meio de suas influências nos lençóis freáticos. De Azevedo (2021) ainda afirmar que os impactos positivos originados pela presença da mata ciliar têm influência em toda a bacia hidrográfica, não se limitando apenas ao local onde se encontra inserida.

Há inúmeras áreas de APP que precisam ser recuperadas, a fim de atender a legislação e também restabelecer o ecossistema, para que os sistemas naturais regenerados garantam a continuidade dos processos ecológicos e a funcionalidade da vegetação recuperada. (PEREIRA, 2020).

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo identificar os conflitos do uso e ocupação do solo e propor a recuperação de uma área degradada de preservação permanente, visando a garantir as funções ecológicas desempenhadas pela área.

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local do Estudo

O objeto de estudo é a Área de Preservação Permanente, localizada na área urbana do Distrito de Rio Vermelho, o Município de Xinguara/ Pará. (Figura 1).

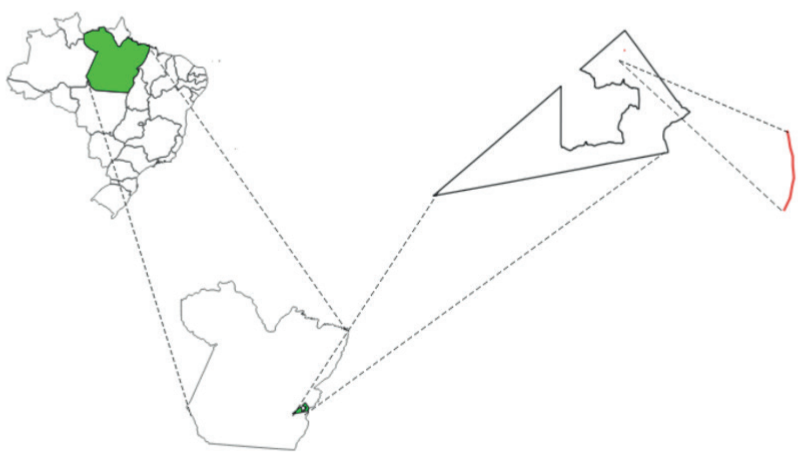


Figura 1: Localização da Área de Preservação Permanente – APP

Fonte: Autor, 2021.

Localizado na mesorregião Sudeste Paraense e pertence à microrregião de Redenção, com coordenadas geográficas: 07º 06’18” S e 49º 56’12” W Gr, com área de 3.779,412 km² e uma população estimada de 43.530 habitantes. Sendo dividido em três distritos: Distrito de São Francisco, Distrito de Rio Vermelho e Distrito de São José do Araguaia. (conhecimento-xinguara, 2020).

2.2 Tipo de pesquisa

A pesquisa foi elaborada, de acordo com o exposto por Sampaio (2020), sendo ela quantitativa, aplicada, explicativa e experimental.

2.3 Coleta de dados

O estudo foi desenvolvido numa amostra da da margem esquerda da APP, localizada na zona urbana do Distrito de Rio Vermelho, sendo os dados obtidos através de visita técnica, realizando a caracterização da área observando os fragmentos da vegetação existente e o conflito de uso do solo. Foi coletado os pontos com coordenadas geográficas -6.54175735 S e -49.41248126 W, compreendendo uma área total de 9.975 m², complementadas com registros fotográficos para a captura das imagens. Através da avaliação dos dados de campo foi realizado pesquisa de técnicas de recuperação para área degradada, seguindo os preceitos das normais ambientais para a recuperação da APP.

Os materiais utilizados para obtenção de dados e informações necessários para o desenvolvimento desta pesquisa. (Quadro 1).

MATERIAIS UTILIZADOS	OBJETIVO
Câmera e bloco de notas	*Registro fotográficos e anotações diversas*
APP *UTM Geo Map*	*Coordenadas Geográficas*
Software Quantum GIS	*Elaboração de Mapas.*
TM/LANDSAT 5 e OUT/LANDSAT	*Obtenção de imagens.*

Quadro 1: Materiais utilizados para análise APP Rio Vermelho.

Fonte: (Auto, 2021).

Para a composição da proposta de recuperação de áreas degradadas, utilizaram-se as diretrizes do Roteiro de Apresentação para Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD Versão 3 (Quadro 2), estabelecidos pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2014).

ITENS	DESCRIÇÃO
A	*Caracterização da área degradada e entorno, bem como do (s) agente (s) causador (es) da degradação;*
B	*Escolha de proposta de recuperação para a área degradada;*
D	*Adoção de um modelo de recuperação;*
F	*Inclusão de proposta de monitoramento e avaliação da efetividade da recuperação*

Quadro 2 – Roteiro de Apresentação para Proposta de Recuperação de Área Degradada, utilizadas para elaboração metodológica.

Fonte: ICMBIO (2013).

3 I RESULTADOS E DISCURSSÕES

De acordo com a vistoria na área de estudo, os dados demonstraram discordância com a Lei n. 12.651 (Brasil, 2012), em função da retirada de vegetação e assoreamento do leito do rio. Sendo possível verificar áreas isoladas com o desenvolvimento de pequenas espécies de vegetação rasteira. (Figura 1).

Percebeu-se ainda caminho aberto para APP, como forma de evidências de acesso de pessoas e/ou animais, onde o solo apresentava compactação indicando submissão por compressão. Foi possível verificar a existência de área de pasto nas proximidades da APP, sugerindo acesso de animais ao rio (Figura 2).



Foto 1: Ausência de vegetação na área.

Fonte: Autor, 2020.



Foto 2: Assoreamento do rio.

Fonte: Autor, 2020.

Para execução da proposta de recuperação da área em estudo, deve-se primeiramente realizar o isolamento do local para o impedimento de acesso de pessoas e evitar o pastoreio de animais. Assim, como proposta estratégica de restauração do ecossistema sugere-se a técnica da regeneração natural com manejo por adensamento, onde será realizado a introdução de indivíduos de espécies do estádio inicial de sucessão, considerados espécie de cobertura, nos espaços com falhas de vegetação, isso aumentará a chance da regeneração natural e impedirá espécies indesejáveis, acelerando a cobertura do solo por espécies nativas. (EMBRAPA, 2021). Nesse sentido, indica-se o plantio de mudas com o uso de espécies pioneiras e não pioneiras de diferentes grupos ecológicos. Sendo realizado o seu plantio de forma sistemática (em linha), com espaçamentos de 3m x 2m (1.667 plantas/ha). (EMBRAPA, 2021)(Figura 3).

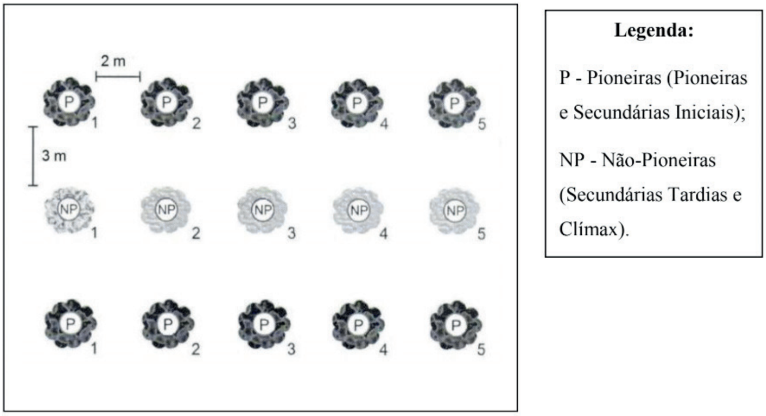


Figura 3: Esquema da disposição das espécies vegetais para a reposição da área.

Fonte: SILVA, 2017.

O esquema objetiva o aceleramento e êxito da recuperação do local, estimulando a sucessão natural e protegendo o solo contra a erosão. (ALMEIDA, 2016). A utilização de espécies pioneiras no plantio, foi indicado pois tem grande produção de sementes, apresentam crescimento rápido e vigoroso da planta. As espécies pioneiras, são muito recomendadas quando o local possui grande degradação, o que dificulta a regeneração natural e aparecimento das espécies secundárias e clímax (Figura 4). (ALMEIDA, 2016).

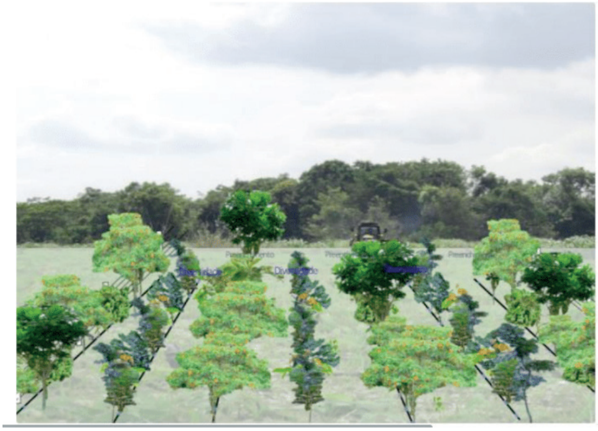


Figura 4: Resultados esperado em 02 anos.

Fonte: Embrapa, 2021.

O monitoramento do local permitirá verificar se a técnica empregada está desencadeando o processo de regeneração necessária para o retorno da vegetação nativa. Assim, recomenda-se que a restauração seja realizada em pequenas áreas e por etapas. Utilizando como monitoramento um método simples da porcentagem de ocupação do ambiente, consiste na utilização de uma trena esticada de 25 metros, posicionando uma vara de bambu com 2 metros de comprimento a cada 50 cm e observar todas as plantas que tocam na vara. Deste modo, será possível verificar a cobertura do solo por forma de vida (vegetação competidora, solo exposto, árvores, arbustos e herbáceas nativas). Deve-se ainda, realizar fotografias anualmente no mesmo lugar para comparar a cobertura do solo, e assim poder verificar se a vegetação competidora reduziu e se a vegetação planejada e a cobertura do solo aumentaram. (EMBRAPA. 2021).

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tipos de degradação identificados na Área de Preservação Permanente estudada foram a retirada de cobertura vegetal, indícios de ação de pasto, assoreamento do rio e impermeabilização do solo. Tais fatores indicaram grau significante de comprometimento da qualidade ambiental da APP.

As técnicas indicadas para a recuperação ambiental foram o isolamento da área, regeneração natural com manejo por adensamento e o monitoramento.

O estratégia de isolamento impedira o acesso de animais e pessoas auxiliando na regeneração natural, eliminando fatores de degradação.

A proposta de adensamento com a combinação de espécies pioneiras e não pioneiras Secundárias Tardias e Clímax), proporcionará uma combinação rápida para a cobertura do solo, restaurando o ecossistema degradado.

Por fim, o monitoriamento com a aplicação da técnica básica de porcentagem de ocupação do ambiente, permitirá acompanhar a cobertura do solo, a mudança da composição das espécies, a mortalidade das espécies vegetais e a presença de espécies invasoras. Determinando o sucesso da restauração.

Neste sentido, a proposta mostra-se viável dependendo das condições mínimas requeridas para o desenvolvimento e implantação da mesma. Espera-se que o método proposto possar controlar os impactos originados pelas atividades desenvolvidas no entorno, restaurando o ecossistema degradado, alcançando o equilíbrio do sistema a longo prazo.

REFERÊNCIAS

ALMADA, E.; RODRIGUES, R.; SOUZA, S. B. Proposta de recuperação de uma área de preservação permanente no bairro Jardins do Lago em Anápolis-Goiás. **Revista Magistro**, v. 18, n. 9, p. 119-154, 2016.

ALMEIDA, Danilo Sette de. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Editus, 2016.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**, ato das disposições constitucionais transitórias, emendas constitucionais de revisão e emendas constitucionais). Brasília,DF: Senado Federal, Secretaria-Geral da Mesa, 2001.

BRASIL, 2012. **Código Florestal Brasileiro**. Disponível em: http://saema.com.br/files/Novo%20 Codigo%20Florestal.pdf. Acesso: 12/05/2021.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Roteiro de Apresentação Para Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD)**. **Terrestre**. 3. ed. – São Paulo; MMA, 2013.

Conhecimentos-Xinguara_2020.pdf . Disponível em: <https://www.xinguara.pa.gov.br/wp-content/ uploads/2020/05/>. Acesso em: 13 mai. 2021.

DE AZEVEDO, Marcia Aparecida Miranda et al. Processo de recuperação de vegetação em áreas de preservação permanente no Sudeste do Pará. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 26327-26340, 2021.

DA ROSA, Emerson Mücke; BUFFON, Iuri; KEHL, Lucas Guilherme Hahn. Avaliação da Qualidade de Áreas de Preservação Permanente Ripári as em São Francisco de Paula–RS: Uma abordagem metodológica. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 4, n. 2, p. 17-30, 2010.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** (EMBRAPA). Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/adensamento>. Acesso em: 14 mai. 2021.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** (EMBRAPA). Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/plantio-por-mudas>. Acesso em: 14 mai. 2021.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** (EMBRAPA). Disponível em: https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal/glossario. Acesso em:14 mai. 2021.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)**. Disponível em: <https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/28676-ibge-estima-populacao-do-pais-em-211-8-milhoes-de-habitantes.html>. Acesso em:13 mai. 2021.

PEREIRA, Zefa Valdivina et al. A restauração ecológica em área de preservação permanente no Estado de Mato Grosso do Sul. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 4, p. 4394-4407, 2020.

SAMPAIO, Dioniso de Souza. **Curso de Especialização em Geominas**, 2020.

SILVA, Phaloma et al. Proposta de recuperação de área degradada por queimadas no município de Marabá-PA. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 08-17, 2018.

SILVA, Maria Cláudia Ferreira da et al. Proposta de plano de recuperação da mata ciliar de um trecho do rio Brígida em Parnamirim-PE. 2017.

CAPÍTULO 13

SISTEMA ALTERNATIVO PARA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA FLUVIAL NO "IGARAPÉ DA CIDADE" EM PORTO VELHO - RONDÔNIA

Data de aceite: 21/07/2021

Gustavo da Costa Leal
Mestrando do PROFÁGUA - Universidade Federal de Rondônia – UNIR

Beatriz Machado Gomes
Universidade Federal de Rondônia – UNIR

RESUMO: Em detrimento do sistema precário da infraestrutura urbana, que não detém os equipamentos necessários para recepcionar os descartes, constituem uma problemática atual o impacto advindo da produção em larga escala de resíduos na cidade de Porto Velho – Rondônia, que gera poluição dos igarapés que cortam a cidade. O entorno destes são habitados por famílias, o que implica em ações para o gerenciamento correto dos efluentes. Tento em vista que o lixo contribui para proliferação de vários vetores de doença, o lançamento de efluentes domésticos, em grande parte, irregulares, em conjunto com a drenagem urbana geram degradação da qualidade da água nos cursos d'água urbanos. O objetivo desta pesquisa é desenvolver um projeto piloto de Engenharia para estação de tratamento de águas fluviais, seguindo a metodologia das *wetlands* construídas como alternativas de tratamento. Nos procedimentos metodológicos serão obtidos dados, para dimensionamento de projeto, através do monitoramento dos parâmetros físico-químicos, vazões e do índice bacteriológico, em quatro pontos específicos no curso d'água do "Igarapé da Cidade" (localizado no limite lateral do empreendimento comercial Porto Velho Shopping e do Campus Calama do Instituto Federal de Rondônia, região central), um ponto de coleta está localizado na nascente, dois pontos de coleta no trecho intermediário do curso d'água e um ponto de coleta no local de implantação da ETAF. Sendo que, estações de tratamento de águas fluviais (ETAF's) são estruturas com processo contínuo a fim de garantir a qualidade da água, conforme exigências da legislação vigente, sendo as estruturas utilizadas no processo de tratamento: reservatório de amortecimento, sistema de grade, desarenadores, unidade de tratamento de água fluvial. Como resultado, o dimensionamento das estruturas da estação de tratamento, em concreto armado.

PALAVRAS - CHAVE: Cursos d'água urbanos, ETAFs, *wetlands* construídas.

ABSTRACT: To the detriment of the precarious system of urban infrastructure, which does not have the necessary equipment to receive the waste, it is a current problem, the impact arising from the large-scale production of waste in the city of Porto Velho - Rondônia, which generates pollution of the streams that cut through the city, and its surroundings, which are inhabited by families; which will imply actions for the correct management of effluents. Bearing in mind that garbage contributes to the proliferation of various disease vectors, the discharge of largely irregular domestic effluents, together with urban drainage, generate degradation of water quality in urban waterways. The objective of this research is to develop a pilot engineering project for a river

water treatment plant, following methodologies by wetlands built as treatment alternatives; as a research methodology, data for the project will be obtained by monitoring the physicochemical parameters, flow and bacteriological index, at four specific points in the watercourse of the "Igarapé da Cidade" (located on the lateral boundary of the commercial enterprise Porto Velho Shopping and from the Calama Campus of the Federal Institute of Rondônia, central region), a collection point is located at the spring, two collection points in the intermediate stretch of the watercourse and a collection point at the ETAF implementation site. Since river water treatment plants (ETAF's) are structures with a continuous process in order to ensure water quality, as required by current legislation, and the structures used in the treatment process are: buffer reservoir, grid system, sand traps, river water treatment unit. As a result, the dimensioning of the structures of the treatment plant, in reinforced concrete, according to the data obtained by monitoring the watercourse and the values of water quality parameters.
KEYWORDS: Urban watercourses, ETAF's, constructed wetlands.

1 I INTRODUÇÃO

Elementos naturais que ainda não sofreram algum tipo de alteração antrópicas ou mesmo aqueles encontrados em áreas densamente povoados podem ser classificados como recursos naturais. Estes elementos são vitais para a sobrevivência dos seres vivos, suprindo suas necessidades. Uma arvore é classificada como recurso natural quando é utilizada para alimentação (frutos), construção (madeira) ou mesmo como fonte combustível (madeira e folhas), de forma que elementos são recursos quando analisada a relação homem-natureza.

A fim de transformar o espaço em que está inserido, o ser humano vem utilizando os recursos encontrados em todos os cantos do globo. Estes recursos são variáveis quanto à localização geográfica, entre outros fatores; sendo que a distribuição global não acontece de forma homogênea e equitativa, e também na maioria dos casos, finita.

A classificação anterior para recursos naturais é ampla, portanto, é importante dividir estes elementos em subgrupos: biológicos, minerais, energéticos e hídricos. Os recursos hídricos abarcam aquíferos, lagos e lagoas, rios, mares e oceanos, sendo utilizados para o básico, como dessedentação, mas também para irrigação, transporte e produção de energia.

O arcabouço jurídico brasileiro, no que tange o saneamento básico e recursos hídricos, é tido como um dos mais modernos do mundo; porém, a realidade do tratamento de esgoto faz parte de um cenário ainda alarmante. Os conjuntos de ações necessárias para proporcionar a toda população, dos menos favorecidos ao mais ricos, a infraestrutura relacionada a água, drenagem pluvial, esgotos e resíduos sólidos são de um modo geral, tímidos e percentualmente baixos se analisarmos os dados nacionais (IBGE, 2017).

Conforme os dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o Brasil possui 5.570 municípios (IBGE, 2021 https://cidades.ibge.gov.br/brasil/

panorama), sendo que destes: 5.548 possuem serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição, 3.359 possuem serviço de esgotamento sanitário por rede coletora. Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, houve a implantação de aproximadamente 900 novas estações de tratamento de esgoto – ETEs, entre 2013 e 2019, totalizando hoje no Brasil 3.668 ETEs. (ANA, 2021 https://www.ana.gov.br/saneamento/panorama-do-saneamento/panorama), contudo isto representa apenas 43% da população brasileira (ANA, 2017). A Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispões sobre os parâmetros para lançamento de efluentes, prescreve que a redução de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO seja de 60% para o lançamento direto nos corpos hídricos, e isto é claramente negligenciado pelos outros 57% da população, de forma direta e indireta (pelos gestores públicos).

A inexistência de sistemas de esgotamento e tratamento sanitário em municípios de pequeno e médio porte está ligada ao custo de implantação, operação e manutenção das estações de tratamento de esgotos convencionais, de forma que os núcleos urbanos dispersos sobre as bacias hidrográficas geram efeitos deletérios sobre os corpos hídricos e consequentemente na qualidade da água. Assim, torna-se imperativo a busca por alternativas para revitalização dos cursos d'água já degradado, e o desenvolvimento de técnicas ecológicas, importantes pela sustentabilidade, gerando melhoria na qualidade de vida da população, mantendo a biodiversidade e conservando os recursos hídricos.

As técnicas ecológicas da infraestrutura verde e azul combinam as técnicas convencionais, *hard engineering*, com as funções ecossistêmicas dos recursos naturais, *soft engineering* (ALENCAR, 2019). A fim de realizar tratamento de cursos d'águas existem alguns métodos desenvolvidos para a infraestrutura verde podem ser vistos em plena aplicação, como o método por flotação a ar dissolvido e método alternativo por *wetlands* construídos.

Os *wetlands* construídos, também chamados de jardins filtrantes, são sistemas projetados para atuar de forma natural, acelerando a ciclagem de nutrientes (ALENCAR, 2017). Estes sistemas projetados para otimizar os processos encontrados em ambientes naturais, que permanecem alagados parcial ou totalmente; são utilizados como sistemas de tratamento de efluentes agrícolas, domésticos, industriais ou pluviais; podendo também ser dimensionados para controle de enchentes e restauração de rios urbanos poluídos (SEZERINO *et al*, 2018).

Os projetos de *wetlands* exigem certos cuidados para suas construções e planejamento exclusivo devido a tecnologia replicar processos físico-químicos e biológicos (filtragem dos sólidos suspensos pelo material filtrante, assimilação das partículas do material filtrante, e depuração da matéria orgânica por bactérias e fitoextração pelas plantas macrófitas)(DOTRO, 2017 – Treatment wetlands volume 7 wio.pdf).

2 | JUSTIFICATIVA

Segundo estimativa, hoje a capital de Rondônia, Porto Velho, possui aproximadamente 539.354 pessoas residentes e densidade demográfica de 12,57hab/km², considerando-se uma área territorial de 34.090.952km²; sendo que apenas 42,87% são atendidos com esgotamento sanitário (IBGE, 2021 https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/porto-velho/panorama). Desta forma, percebe-se que boa parte dos efluentes domésticos é lançada *in natura* nos cursos d'águas da área urbana, gerando efeito negativo nos parâmetros que estão ligados à qualidade da água.

A poluição difusa (RIGHETTO *et al*, 2017) proveniente das ruas em uma área urbana é complexa, sendo difícil mensurar, devido ao carreamento de resíduos sólidos, sedimentos e poluentes das áreas de drenagem pluvial. Resultados de monitoramento da qualidade dos deflúvios superficiais apontam grande potencial poluidor de corpos d'água, que são agravados pelas cheias, pela menor infiltração das águas pluviais no solo.

Os cursos d'água urbanos, a nível nacional, apresentam alto grau de modificações e poluição dos canais fluviais. (PELECH & PEIXOTO, 2020). A bacia hidrográfica do Igarapé da Penal, por estar situada em área urbana, apresenta uso e ocupação diversificada, similares às apresentadas por Pelech e Peixoto, nela localizam-se setores de residências, comércios e atividades afins. A cobertura ciliar original sofreu significativas alterações, a área é atualmente ocupada por residências, a pouca cobertura vegetal é composta por gramíneas e árvores de pequeno porte (IBAM, 2020). Para fins de estudo e delimitação do curso d'água objeto da pesquisa, o trecho situado entre a nascente do Igarapé da Penal até o exutório existente no limite lateral do Campus Calama do Instituto Federal de Rondônia, será chamado de "Igarapé da Cidade", em alusão ao "Parque da Cidade", área pública destinada a recreação e que também faz limite com o curso d'água. O ora nomeado, "Igarapé da Cidade", deve ser alvo de projetos de revitalização e urbanização a fim atender o Plano de Municipal de Saneamento Básico (P5 PMPV, 2020).

O Plano Municipal de Saneamento Básico para o município de Porto Velho prevê as ações estruturantes a serem realizados para licitação e posterior contratação de empresas para serviços de coleta de esgoto, distribuição de água, obras de drenagens de águas pluviais e serviço de coleta e gestão de resíduos sólidos. Porém, mesmo após efetivação do referido plano, como visto, ainda existirão as cargas poluidoras difusas, oriundas do escoamento superficial das vias, pavimentadas ou não, que são levados diretamente aos cursos d'água urbanos promovendo a alteração da qualidade da água.

Foram encontrados os seguintes valores médios para a qualidade da água do Igarapé da Penal, no ponto de interesse: pH (5,1), temperatura (30,2ºC), turbidez (496,1 NTU), oxigênio dissolvido (2,93mg/L), condutividade elétrica (1013,3µS/cm), fosfato PO_4 (1mg/L), nitrato (25), nitrito (5) e amônia NH_4/NH_3 (10) (LEAL, 2015).

Além da poluição do corpo hídrico, de acordo com os resultados do projeto "Bacias

Urbanas" (SIPAM/CNPq/MCidades, 2014) é possível observar 13 pontos de travessias dos cursos d'água da Bacia do Igarapé da Penal, sendo que 12 destes apresentaram riscos alto ou crítico de afogamento. Ou seja, 92,3% da infraestrutura da macrodrenagem transborda com chuvas cuja intensidade média (WESCHENFELDER et al, 2016) apresenta tempo de retorno de 1 ou 2 anos (IBAM, 2020), demonstrando necessidade de revisão em projetos por subdimensionamento da infraestrutura e adoção de técnicas ecologicamente viáveis para a micro e macrodrenagem.

3 | OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Elaborar projeto básico de engenharia para Estação de Tratamentos de Águas Fluviais (ETAF) no sistema *wetland* construído, tendo como parâmetros os índices bacteriológico, físico-químicos, hidrológicos, topográficos e de solos do "Igarapé da Cidade", na cidade de Porto Velho-RO.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar um diagnóstico atual do curso d'água, em comparativo com os dados obtidos no ano de 2014;
- Realizar levantamento planialtimétrico para definição do local de implantação da estação de tratamento de águas fluviais (ETAF - *wetland* construído);
- Pesquisa e compilação de dados de solo obtidos a partir de relatórios de sondagens SPT do local de implantação da ETAF - *wetland* construído;
- Projetar as estruturas necessárias para a implantação da estação de tratamento de águas fluviais no ponto de estudo, tendo como base os dados coletados;
- Quantificar e orçar os insumos, mãos de obras e etapas executivas para a implantação da ETAF - *wetland* construído.

4 | REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Cursos d'água urbanos

Cursos d´água urbanos são uma constante em praticamente qualquer cidade, servindo para abastecimento e destinação da comunidade instalada. São sistemas naturais dinâmicos que desempenham a função de transporte de água, sedimentos, nutrientes e seres vivos, conformando corredores de grande valor ecológico, paisagístico e bioclimático. Em condições naturais os rios conservam uma dinâmica ativa com processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos. O conjunto desses processos configura o rio como modelador da paisagem da bacia hidrográfica (OLLERO et. al, 2009).

Para a Hidrologia, um rio é um sistema aberto com fluxo hídrico desde suas nascentes até a foz. Esse fluxo, denominado escoamento fluvial, é alimentado por águas superficiais e subterrâneas. Uma parcela da precipitação captada pela bacia hidrográfica retorna para a atmosfera por evaporação ou evapotranspiração, mas o restante flui por influência da gravidade sobre a superfície ou infiltra-se e desloca-se através do solo para os rios e várzeas. A proporção de águas superficiais para subterrâneas que alimentam um curso d'água varia com o clima, a declividade, a cobertura vegetal, o tipo de solo e de rocha.

O desenvolvimento urbano se acelerou na segunda metade do século XX com a concentração da população em espaços urbanos, produzindo grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural. Este crescimento atingiu os cursos d'água, muitos passaram a ter suas bacias totalmente urbanizadas.

4.2 Wetlands construídas

O monitoramento e a avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas são fatores primordiais para a adequada gestão dos recursos hídricos, permitindo a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas, sendo essenciais para várias atividades de gestão, tais como: planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água.

A composição natural das águas é influenciada diretamente pelas características geográficas da região em que este corpo hídrico está inserido e pelo uso que é dado à água através da ação antrópica. As características geográficas da região, tais como composição do solo, tipo de vegetação, influenciam as condições naturais das águas, com o aporte de materiais característicos nos solos que são lixiviados ou carregados pelas chuvas, pelo afloramento natural de águas subterrâneas e pelo derretimento de geleiras. As condições antrópicas estão ligadas aos diversos usos dados ao solo e ao recurso hídrico, como por exemplo, a utilização do solo em diferentes culturas agrícolas, a ocupação e o crescimento de adensamentos urbanos, e usos industriais.

De acordo com Barbieri (2020), todo rio tem uma história e uma relação com a cidade muito particulares, que devem ser entendidas e valorizadas, pois trata-se de um significativo fator de identidade, associado a atividades culturais, recreacionais, esportivas, produtivas, religiosas e outras. Esse tema apresenta grande potencial de motivação para adesão a movimentos de preservação ou recuperação de rios urbanos.

A partir da década de 80, começou a emergir a ideia de reintroduzir a estrutura e função do corpo d´água no ambiente urbano, visando a conservação e a recuperação de rios e córregos como prioridade para uma serie de países, onde diversas ações têm sido propostas discutidas. As Estações de Tratamento de Águas Fluviais têm como principal função melhorar a qualidade das águas dos cursos d'água onde estão instaladas.

Essas estações utilizam do seguinte processo de tratamento: preliminarmente o efluente passa, por um sistema de grade que retém todo o material grosseiro. No segundo momento o fluxo é controlado por reservatório de amortecimento e depois, a areia e outros sólidos sedimentam-se e são retirados nos desarenadores. Em seguida a água passa pela unidade de tratamento de água fluvial, que terá seu método construtivo escolhido de acordo com os dados obtidos pelo monitoramento do curso d'água e os valores de parâmetros de qualidade d'água obtidos, assim como o nível de redução esperado.

Wetlands ou áreas alagadas são ecossistemas naturais com alta capacidade de alterar a qualidade da água por mecanismos físicos, químicos e biológicos e que ficam cobertos por água a pouca profundidade (LAUTENSCHLAGER, 2001).

No Brasil, estes ambientes são reconhecidos como as várzeas dos rios, os igapós na Amazônia, os banhados, os pântanos, os manguezais entre outros (SALATI, 2011). As *wetlands* construídas são sistemas que imitam essas áreas naturais e têm sido empregadas com a finalidade de tratamento de águas residuais domésticas, industriais, agrícolas e de revitalização de córregos. Estes sistemas artificiais possuem diversas nominações distintas, como: jardins filtrantes, zonas de raízes, alagados construídos etc.



Figura 01- Sistema natural (alagado) a ser imitado pelo *wetland* construído.

Fonte: Autor (2021).

No Brasil, o sistema de wetlands construídas tem sido utilizado em situações como: tratamento de água para diversas finalidades, para o tratamento secundário e terciário de esgoto urbano, para o abastecimento de água industrial e urbana e para a purificação de grandes volumes de água para enquadramento dos rios na classe 2, a partir de rios atualmente com qualidade classe 3 ou 4.

Para a implantação de um sistema *wetland* devem ser considerados diversos fatores

que influenciam em seu funcionamento. Dentre estes fatores estão os fatores climáticos como temperatura, radiação solar, vento e precipitação.

Segundo Lautenschlager (2001), a temperatura afeta taxas de reações físico-químicas e bioquímicas, raeração, volatização e evapotranspiração. A radiação solar afeta a taxa de crescimento da vegetação devido à fotossíntese, a precipitação afeta o balanço hídrico das wetlands e o vento afeta as taxas de evapotranspiração e de trocas gasosas entre a atmosfera e o meio aquático.

Silva (2007), cita diversas vantagens do sistema *wetland*, como: custos de construção e operação relativamente baixos, fácil manutenção, tolerância às flutuações no ciclo hidrológico e nas cargas de contaminantes, obtenção de benefícios adicionais como a criação de espaços verdes, de habitats naturais e de áreas recreacionais e função de filtro das raízes eliminando maus odores.

Como desvantagens podem ser citados problemas com mosquitos, colmatação do leito filtrante, necessidade de caracterização precisa do efluente a tratar, do tipo de enchimento, do ciclo hidrológico e do regime de temperaturas e requerer um período de início até a vegetação estar bem estabelecida.

Na literatura, encontram-se diversos exemplos de revitalização de cursos d´água urbanos utilizando-se o método de tratamento *wetland*, principalmente em países europeus. No Brasil, essa técnica começa a ser notada e aplicada. Em Belo Horizonte, de acordo com a Prefeitura Municipal, foi aprovado neste ano o projeto de implantação de *wetlands* para tratar o conjunto dos córregos Água Funda e Bom Jesus, que desaguam na Lagoa da Pampulha. Na França, um sistema de tratamento por wetlands localizado no Parque "du Chemin de Lie" limpam as águas do Rio Sena em um ambiente agradável que é também utilizado como área de lazer, parte do jardim filtrante que limpa as águas do Rio Sena. O sistema conta com jardins de aproximadamente 4,5 hectares que recebe água poluída do rio e, ao final do percurso, apresenta água límpida com uma concentração três vezes maior de oxigênio na água, ajudando na restauração da vida aquática.

5 I MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

A área urbana do distrito-sede de Porto Velho possui relevo relativamente plano e é cortada por 6 seis igarapés principais – Bate-estaca, Grande, Belmont, Tancredo Neves, Tanques e Garça. As bacias urbanas podem ser vistas na figura XX. Destaca-se para o estudo o trecho urbanizado da Bacia Belmont, que possui como sub-bacia a do Igarapé da Penal (IBAM, 2020).

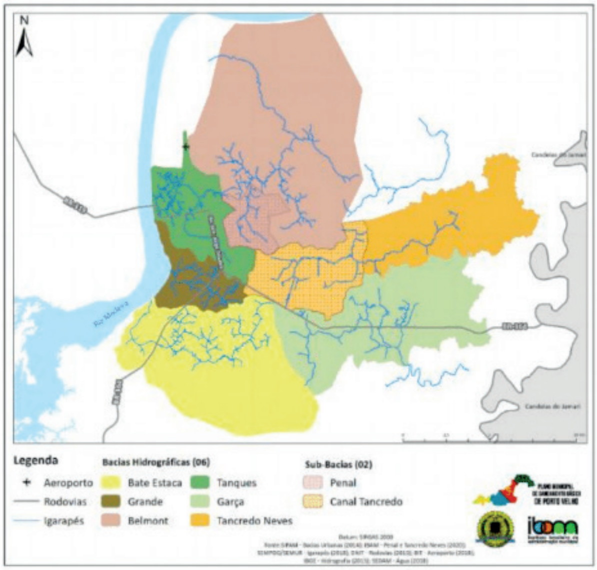


Figura 01- Microbacias urbanas em Porto Velho – RO.

Fonte: (IBAM, 2020).

A bacia hidrográfica do Igarapé da Penal, localizada na região urbana central de Porto Velho entre as coordenadas geográficas 8°45´22” S 63°51´35” O e 8°44´40” S 63°52´21” O, possui área de 6,77km². A área de drenagem possui relevo suavemente ondulado e solos argilosos, com variação de cotas entre o ponto mais alto (86m) e o exutório (73m) é de aproximadamente 13m. A declividade média, portanto, é de 0,4%. Seu fator de forma é 0,72, tendendo a inundações. Sua área é urbanizada e em seus cursos d’água são lançadas as águas da rede de drenagem (IBAM, 2020).

O trecho delimitado para estudo possui aproximadamente 1,664km de comprimento, e compreende o trecho do Igarapé da Penal entre a nascente e o campus do Instituto Federal de Rondônia. O Igarapé da Cidade é responsável por receber as águas da rede de drenagem de aproximadamente 2.597.901,84m² e tem perímetro de 6.953,98m, o que representa 38,3% da área da Bacia do Igarapé da Penal.



Figura 01- Área delimitada para estudo – microbacia hidrográfica.

Fonte: Autor (2021).



Figura 09 – Local de implantação da estação de tratamento de águas fluviais.

Fonte: Autor (2021).

5.2 Dados amostrais, parâmetros para dimensionamento e compilação

Para fins de elaboração do projeto básico de Engenharia da Estação de Tratamento de Águas Fluviais para a microbacia do “Igarapé da Cidade” serão realizadas coletas de amostras de água para análise laboratorial, medições de parâmetros com sondas e leitura de laudos técnicos fornecidos pelo Instituto Federal de Rondônia.

Serão compilados através dos Softwares de Engenharia AutoCAD 2020, Sketchup 2020 e Eberick v10, assim como orçado através do banco de preço SINPAPI.



Figura 02- Calibração da sonda TROLL 9500, no laboratório da SEDAM-RO, com parceria dos profissionais do SIPAM.



Figura 03 – Utilização do perfilador hidroacústico.

Fonte: Autor (2020).



Figura 04 – Travessia da sonda perfiladora.

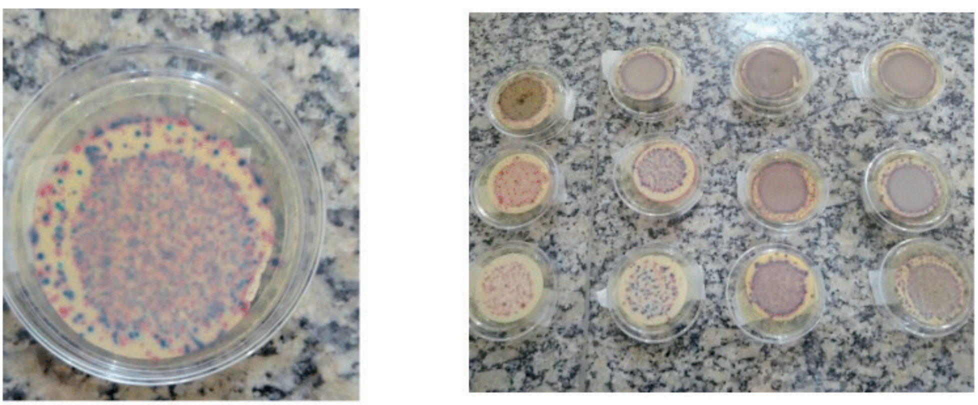


Figura 06 – Analise de coliformes totais.

Fonte: Autor (2020).

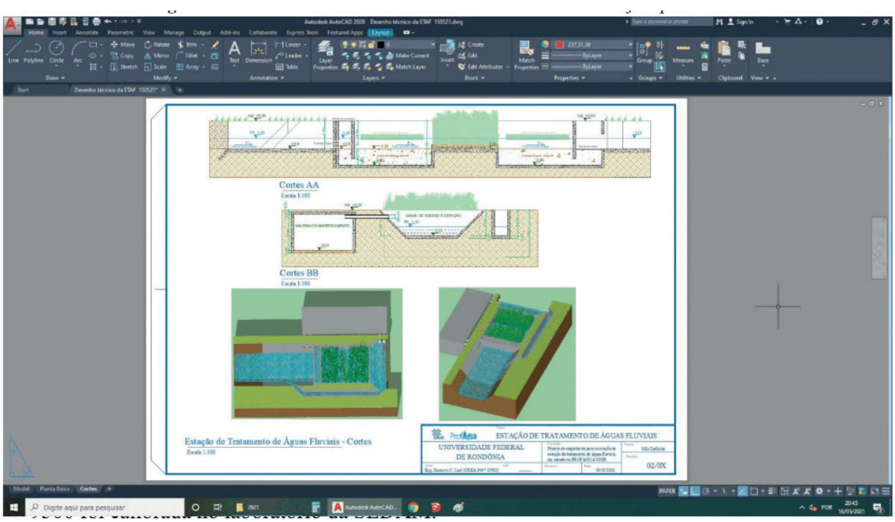


Figura - 11 – Interface do Software AutoCAD – Prancha de Projeto para ETAF.

6 | RESULTADOS PARCIAIS

6.1 Analise físico-química, de vazão e bacteriológica

A análise físico-química foi realizada utilizando a sonda multiparamétrica para medição *in situ* de temperatura, oxigénio dissolvido, pH /ORP, condutividade e turbidez) TROLL 9500, fornecida pela Universidade Federal de Rondônia, Campus Porto Velho. A sonda TROLL 9500 foi calibrada no laboratório da SEDAM.

A análise de vazão foi realizada utilizando a sonda perfilhadora hidroacústica, o ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), mostrado nas figuras seguintes, consiste em um aparelho empregado na medição de vazões d'água, utiliza técnicas de sensoriamento remoto através do efeito Doppler.

A análise bacteriologia foi realizada no laboratório da Universidade Federal de Rondônia, com a coleta foi realizada na cidade de Porto Velho, encaminhada por empresa de transporte e ensaiada no prazo máximo de 24 horas, através do método da membrana filtrante.

Foram realizadas 3 coletas em 4 pontos, salvo a última coleta que foram coletados apenas 2/4 pontos. As análises previstas para realização no laboratório são: sólidos totais e dissolvidos, nitrogênio amoniacal, nitrito (N-NO2), nitrato (N-NO3), ortofosfato (fósforo dissolvido), fósforo total, análise microbiológica. Das análises com resultados prévios ou concluídos, são apresentadas abaixo.

	Fecais (Termotolerantes)/100 mL	Totais/ 100mL	Fecais (Termotolerantes)/100 mL	Totais/ 100mL	Fecais (Termotolerantes)/1 mL
P1	3000	194000	11.000	127.000	-
P2	81.000	211.000	13.000	122.000	17.000
P3	>150.000	>230.000	>240.000	>480.000	-
P4	>150.000	>230.000	>240.000	>480.000	17.000
	1ª Coleta		2ª Coleta		3ª Colet

Tabela 01 – Valores obtidos em analise laboratorial para coliformes.

Fonte: Autor (2021).

6.2 Análise temporal do uso e ocupação do solo

A análise temporal de uso e ocupação do solo fez-se através da analise de registros fotográficos realizados pelo autor, assim como o acompanhamento por imagens georreferenciadas.



Figura 08 – Analise da rede de drenagem existente no curso d'água.

Fonte: Autor (2021).

6.3 Análise do solo no local da estação de tratamento

Analise realizada através da leitura e interpretação do laudo técnico de sondagem.

CONSTRUTORA
ROBERTO PASSARINI EIRELI - EPP

36 ANOS EDIFICANDO

Porto Velho(RO), 14 de março de 2.018.

Ao
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO
Att.: Sra. Miralba Uchoa de Carvalho
Presidenta da Comissão de Fiscalização
Av. Calama, nº 4.985, Bairro Flodoaldo Pontes Pinto
Porto Velho – RO – CEP 76.820-441

Ref.: RDC ELETRÔNICO Nº 02/2017
CONTRATO Nº 01/2018/PVCAL-CCONV/IFRO DE 08/01/2018
OBRA: Execução de Obra de Construção de Quadras Poliesportivas no Campus de Porto Velho Calama/IFRO

Ass.: APRESENTAÇÃO DO LAUDO DE SONDAGEM - SPT

Prezada Senhora,

Conforme determinado via E-Mail do Sr. Israel da Silva Barros, datado de 07/03/2018, que em nome da Comissão de Fiscalização, autorizou fazer a Sondagem, prevista em planilha, adicionando-se mais 05 (cinco) furos, totalizando 06 (seis) furos, contratamos o Geólogo Sérgio Carvajal Feitosa – CREA 734/D, que executou os serviços e elaborou o Laudo completo, na qual anexamos a este documento.

Mediante a análise do mesmo, causou-nos preocupação, e por isto solicitamos uma reunião em caráter urgente com os membros da Comissão de Fiscalização, pois possivelmente, deverá haver mudanças no sistema de Fundação previsto em projeto do IFRO, bem como o refazimento de todo Cálculo Estrutural e dimensionamento da mesma.

Ficamos no aguardo de vosso posicionamento.

Atenciosamente,

Construtora Roberto Passarini Eireli - EPP
CNPJ – 04.289.815.0001-93

Recebi em: 14/03/18.

Início:	08 / 03 / 2018
Conclusão:	08 / 03 / 2018
Nível dágua	3,80 m
Profundidade:	10,45 m
Coordenada Geográfica	08°44'41,79" S - 63°52'22,99" W

- **FURO SPT-05**

Intervalo (m)	Descrição do Material	Resistência 15 cm	30cm	45cm	Descida do Peso
0,0 a 0,60	Aterro de cascalho laterítico com matriz argilosa				-
0,60 a 1,45	Argila arenosa siltosa cor escura com presença de matéria orgânica	2	3	4	
2,00 a 2,45	Argila siltosa com fragmento laterítico cor variada	2	3	5	-
3,00 a 3,45	Argila siltosa cor variada	3	3	6	-
4,00 a 4,45	Idem	3	4	6	-
5,00 a 5,45	Idem	3	5	8	-
6,00 a 6,45	Idem	4	6	9	-
7,00 a 7,45	Idem	4	6	8	-
8,00 a 8,45	Areia fina argilosa cor amarelada	2	3	4	-
9,00 a 9,45	Idem	2	3	3	-
10,00 a 10,45	Idem	3	3	4	-

Início:	08 / 03 / 2018
Conclusão:	08 / 03 / 2018
Nível dágua	3,80 m
Profundidade:	10,45 m
Coordenada Geográfica	08°44'41,62" S - 63°52'22,46" W

Figura - 10 – Laudo de sondagem.

Fonte: Autor (2021).

6.4 Projeto de Engenharia para a Estação de Tratamento de Águas Fluviais

Com os dados obtidos até o momento, iniciou a elaboração do anteprojeto, apresentado a seguir, nos Softwares AutoCAD, Sketchup e Eberick v10.

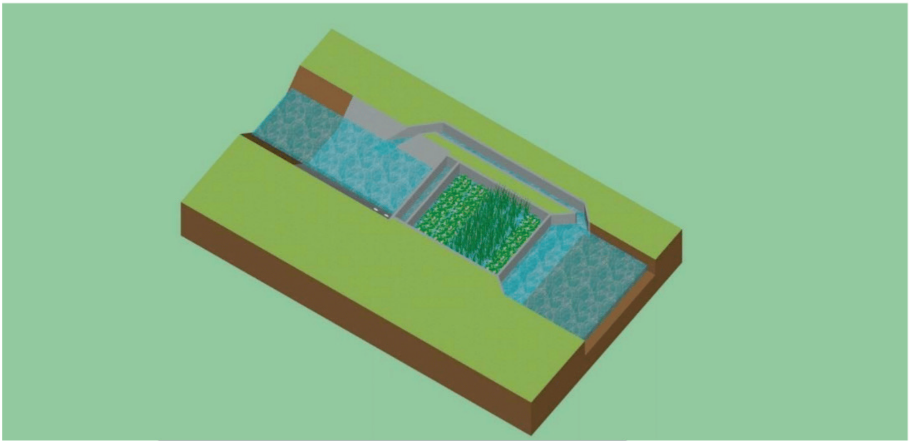


Figura - 12 – Maquete 3D da ETAF elaborada no Software Sketchup.

Fonte: Autor (2021).

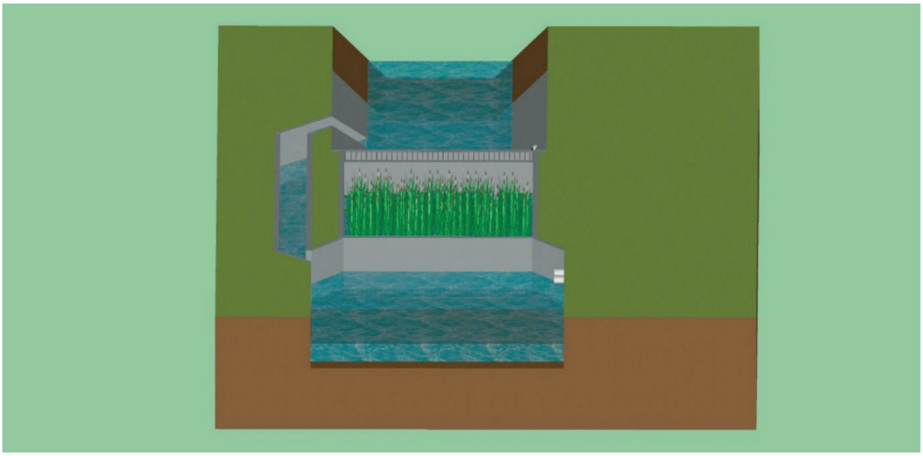
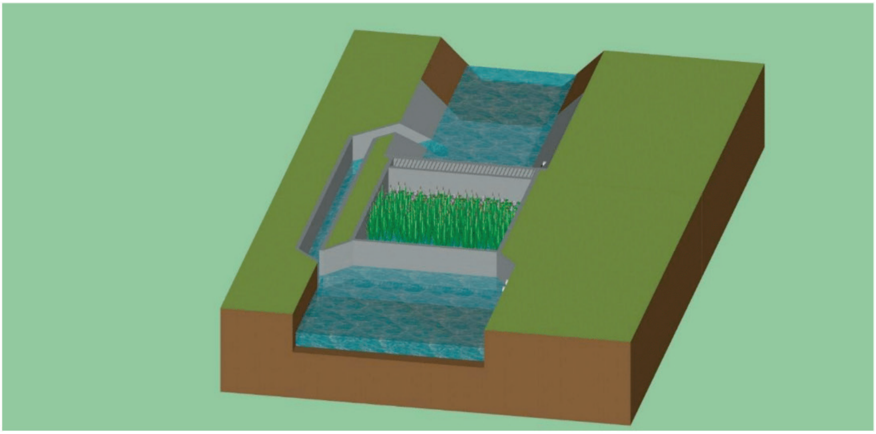
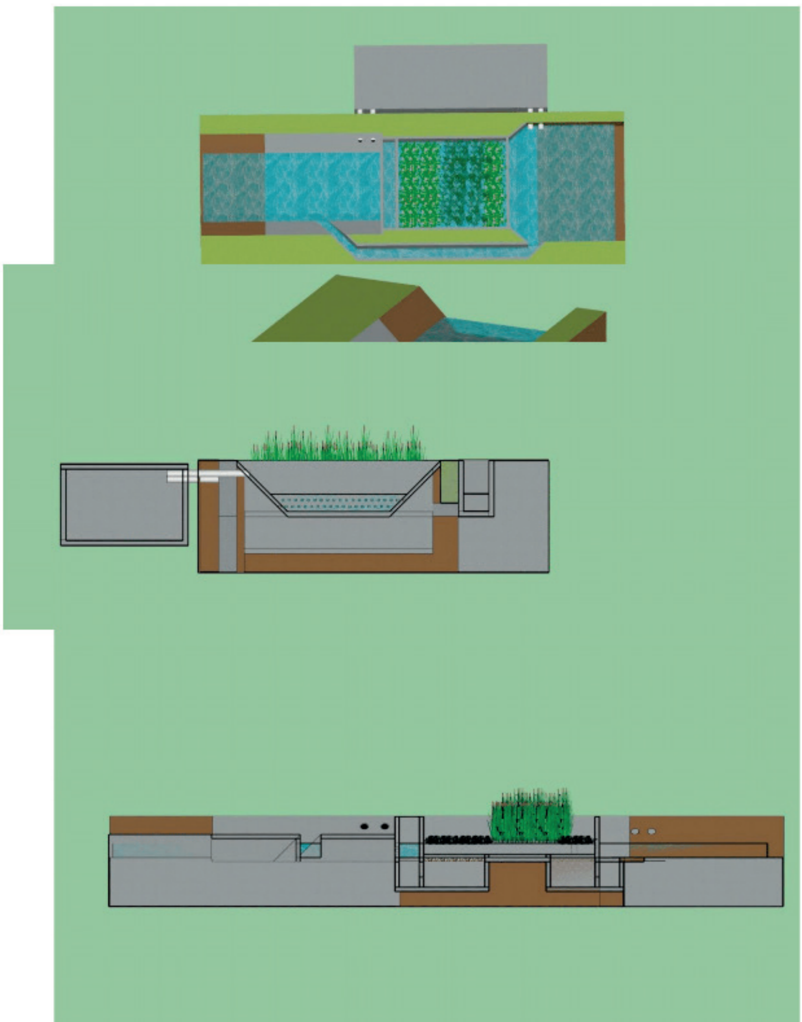


Figura - 13 – ETAF – Wetland construída.

Fonte: Autor (2021).

Pelas características do local (Relevo, INCLINAÇÃO, imposição de valores) foi definido a wetland por fluxo horizontal, dados locais – projetos – informações que subsidiam a escolha, por exemplo onde é macrofila e onde é planta aquática.





As atividades a serem desenvolvidas:

Atividade 12: Orçamentação da obra através do SINAPI.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, M. C. Referências de planejamento e projeto de cursos d´água no meio urbano, Mackenzie, 2020.

LAUTENSCHLAGER, S. R., Modelagem do desempenho de *wetland's* construídas, USP, 2001.

OLLERO, A. Alteraciones geomorfológicas de los ríos en Europa y principios para la restauración de la dinámica fluvial. EXPOZARAGOZA, 2008.

SILVA, S. C. "*Wetlands* construídos" de fluxo vertical com meio suporte de solo natural modificado no tratamento de esgotos domésticos. 2007. 205 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, 2007.

SEZERINO, P. H. *et al*, WETLANDS Construídos aplicados no tratamento de esgoto sanitário – Recomendações para implantação e boas práticas de operação e manutenção, FUNASA, Tubarão-SC, 2018.

ALENCAR, J. C. Uma nova geração de reservatórios de detenção e retenção através da Infraestrutura Verde e Azul – Pesquisa de pós-doutoramento, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, junho 2019.

CAPÍTULO 14

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PROVIDOS POR SISTEMAS DE BIORRETENÇÃO PARA O ECOSSISTEMA URBANO

Data de aceite: 21/07/2021

Elisa Ferreira Pacheco
Universidade Federal de Santa Catarina

Ana Luiza Dias Farias
Universidade Federal de Santa Catarina

Larissa Thainá Schmitt Azevedo
Universidade Federal de Santa Catarina

Alexandra Rodrigues Finotti
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO: O espaço urbano do século XXI apresenta características em comum em diversas cidades do mundo: alta densidade populacional, alta densidade de carros e motos, ausência de espaços verdes públicos, alta impermeabilidade do solo por construções, violência, desigualdades socioeconômicas. Essas características geram consequências danosas à vida. Poluição dos rios, do lençol freático, poluição atmosférica e sonora; vulnerabilidades a inundações, enchentes e deslizamentos; pobreza extrema, entre outros. Um cenário caótico. Os espaços naturais, por sua vez, possuem relações mais cíclicas e circulares entre água, ar, solo, fauna e flora. Como, então, remediar e reaproximar o urbano ao natural? O cinza ao verde? Uma das soluções é olhar as cidades sob a ótica de ser um Ecossistema Urbano, ou seja, prover medidas de gestão, planejamento e execução baseadas na natureza. Neste contexto, este artigo propõe apresentar uma perspectiva ecossistêmica do uso de tecnologias verdes, como os Sistemas de Biorretenção, bem como seu potencial de recuperação e aumento de resiliência do ecossistema urbano. O artigo foi alicerçado no aprofundamento dos Serviços Ecossistêmicos providos por Sistemas de Biorretenção, visando ampliar o uso dessas estruturas em território nacional. A fim de explorar as demandas de serviços ecossistêmicos dentro do espectro das tecnologias sustentáveis de manejo das águas pluviais urbanas, o presente trabalho apresenta uma revisão ampla e detalhada dos sistemas de biorretenção através de seus aspectos multidisciplinares e multifuncionais. A necessidade de restaurar, recuperar, remediar e prevenir a degradação ambiental também perpassa a reinvenção, adaptação e exploração de todas as funções dos sistemas naturais presentes nas relações entre água, solo e plantas. Constata-se, então, a incipiência de resultados amplamente explorados e nacionalmente aplicados para este fim, que visem uma visão integrada destas tecnologias no ecossistema urbano, sendo que a maioria dos artigos revisados se restringem às funções de regulação hídrica e de purificação dos Sistemas de Biorretenção. Dessa forma, o presente trabalho reforça a necessidade de pensar e analisar as estruturas de engenharia de modo holístico, considerando a avaliação dos serviços ecossistêmicos como uma ferramenta de integração das infraestruturas verdes com o Ecossistema Urbano.

PALAVRAS - CHAVE: Ecossistemas Urbanos; Serviços Ecossistêmicos; Sistemas de Biorretenção.

INTRODUÇÃO

O termo ecossistemas foi criado pelo ecologista da vida vegetal Arthur George Tansley (1871-1955) com o intuito de caracterizar as comunidades vegetais e animais. Atualmente, o termo é definido como "comunidade de organismos e seu ambiente físico interagindo como unidade ecológica". Esse termo modelou todo o pensamento ecológico subsequente, promovendo a abordagem sistêmica da Ecologia. As modificações nos ecossistemas podem ocorrer em diversos graus, desde mudanças sutis, como corte de uma árvore, ou extremas, como a substituição de um ecossistema inteiro, na construção das cidades. A Ecologia dos Ecossistemas descreve e acompanha como os fluxos de energia, água, nutrientes e outros materiais afetam o meio biótico e abiótico, bem como seus habitats. As modificações humanas dos ecossistemas alteram não apenas a estrutura dos sistemas (quais habitats ou espécies estão presentes em um determinado local) mas, também, seus processos e funções; ciclos da água; ciclos biogeoquímicos (Carbono, Nitrogênio, Fósforo) e biodiversidade. Influenciando, dessa forma, diretamente na sua capacidade de resiliência e resistência do meio. Os Ecossistemas urbanos se diferenciam dos ecossistemas naturais por ter uma alta produção de nutrientes e um consumo de energia superior aos ecossistemas naturais, levando à insustentabilidade dos padrões atuais de desenvolvimento urbano (Figura 1).

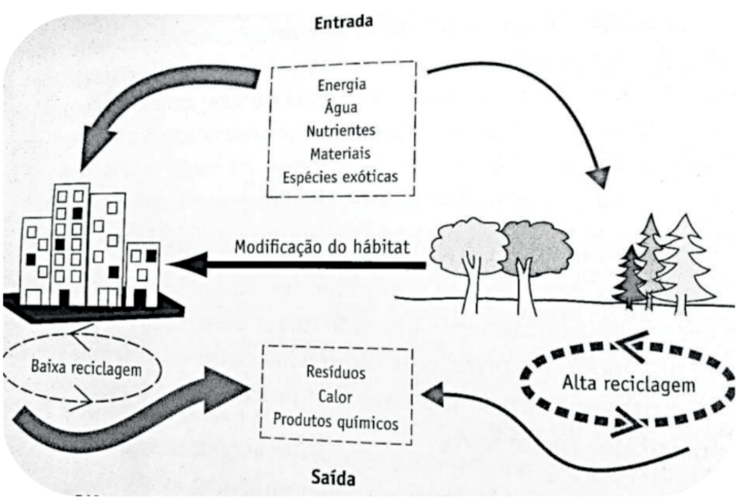


Figura 1- Ecossistema Urbano e Ecossistema Natural.

Fonte: Adler, 2015.

Neste contexto, as "soluções baseadas na natureza" surgiram como um conceito que, a partir dos ecossistemas, enfrentam os desafios sociais das mudanças climáticas, desastres naturais, segurança alimentar e hídrica, saúde e bem-estar humano, economia

e desenvolvimento social (COHEN-SHACHAM; WALTERS; JANZEN & MAGINNIS, 2016; EC, 2015; *apud* (BUSH E DOYON, 2019). Na década de 90, surgiu nos Estados Unidos o conceito e o processo denominado de Infraestruturas Verdes (IV), uma importante ferramenta e processo de recuperação do ecossistema urbano, na redução do consumo energético, no aumento da ciclagem de nutrientes e na redução de resíduos. O conceito IV influencia o planejamento urbano e os layouts para maximizar a inclusão de centro/polos e/ou corredores de verdes nas cidades. O processo IV também tenta maximizar os benefícios desses espaços verdes, identificando seus serviços ecossistêmicos em potencial para população (CENTER FOR NEIGHBORHOOD TECHNOLOGY *apud* FLETCHER *et al.*, 2015). As infraestruturas verdes e tecnologias baseadas na natureza/sistemas florestais, visam a sustentabilidade no manejo das águas pluviais e reconhecem os processos dos ecossistemas como mecanismos de controle e tratamento das águas pluviais, de forma difusa e integrada às demais atividades urbanas (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012).

As florestas urbanas, parques, bosques, telhados verdes, zonas húmidas, rios e outros espaços naturais desempenham papéis-chave na melhoria dos ambientes urbanos (LI, 2016), além de oferecer oportunidades para melhorar o processamento ecológico da poluição e moderar o clima local (BRITÂNICA ACADEMIC, 2019). Esses sistemas, além de prevenirem desastres e reduzirem as zonas de vulnerabilidade nas cidades, reduzem as externalidades negativas na/para a bacia hidrográfica e bacias vizinhas. O espaço aberto também oferece amenidades ecológicas - sombra das árvores, benefícios estéticos do cenário natural e espaço de lazer - para todos os cidadãos. É uma nova possibilidade técnica e ecológica, que agrega aos espaços públicos os valores da multifuncionalidade, contribuindo, assim, para a qualidade ambiental nas cidades (BENINI, 2015).

Uma abordagem crescente de avaliação e mudança de perspectiva sobre o conceito e os processos de uso de infraestruturas verdes nos Ecossistemas Urbanos são os estudos sobre os Serviços Ecossistêmicos. Os serviços ecossistêmicos incluem os serviços de abastecimento, como alimentos, água, madeira, fibra e recursos genéticos; serviços de regulação, como a regulação do clima, inundações, doenças e qualidade da água, bem como tratamento de resíduos; serviços culturais como recreação, prazer estético e realização espiritual; e serviços de apoio, como formação de solo, polinização e ciclagem de nutrientes.

Uma das técnicas de manejo de águas pluviais com grande potencial de implementar/complementar a resiliência dos Ecossistemas urbanos são os jardins de chuva e/ou Sistemas de Biorretenção (SB). Segundo o Manual PRINCE GEORGE'S COUNTY (2002), o conceito original dos SB foi modelado a partir das características e propriedades hidrológicas de um ecossistema florestal. Portanto, dentro de uma releitura das funções ecológicas dos SB; bem como de seus serviços ecossistêmicos; este artigo visa discutir os Serviços Ecossistêmicos providos por Sistema de Biorretenção para o Ecossistema Urbano.

Serviços Ecossistêmicos

O termo Serviços Ecossistêmicos (SE) foi cunhado pela primeira vez em 1981 por Paul e Anne Ehrlich, sendo amplamente difundido pelos *Milllennium Ecosystem Assessment* (MEA), uma iniciativa global criada em 1999 para avaliar como a mudança do ecossistema afetaria o bem-estar humano (MA, 2005), ou seja, as condições e os processos dos ecossistemas que geram - ou ajudam a gerar - benefícios para as pessoas. Os benefícios resultam das interações entre plantas, animais e micróbios no ecossistema, além de componentes bióticos, abióticos e de engenharia humana dos sistemas. A natureza fundamental desses serviços não só ajudaria a aumentar a conscientização sobre a importância de proteger os ecossistemas mas, também, forneceria aos tomadores de decisão dados quantitativos, permitindo-lhes considerar todos os aspectos do sistema sócio-econômico-ecológico em que vivemos (UE, 2015).

Em 2000, o Secretário-Geral das Nações Unidas, Kofi Annan, solicitou a Avaliação do Ecossistema do Milênio (AEM), na Assembleia Geral da ONU. O objetivo da AEM era avaliar as consequências da mudança do ecossistema para o bem-estar humano e estabelecer a base científica para as ações necessárias para melhorar a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas e suas contribuições para o bem-estar humano. O arcabouço conceitual para o AEM postula que as pessoas são partes integrantes dos ecossistemas e que existe uma interação dinâmica entre eles e outras partes dos ecossistemas. Ações antrópicas alteram os ecossistemas (direto ou indiretamente) e essas alterações repercutem em outras alterações no próprio ecossistema a nível global, regional e local (MEA, 2005). Definidos como os benefícios que as pessoas derivam dos ecossistemas, sendo que tais benefícios podem ser originados de ecossistemas naturais ou engenhados.

Neste trabalho os termos função e serviços são adotados de acordo com Costanza *et al.*, (1997), em que as funções do ecossistema se referem aos diferentes habitats, propriedades biológicas ou sistêmicas ou processos dos ecossistemas; e serviços (como a assimilação de resíduos) representam os benefícios que as populações humanas obtêm, direta ou indiretamente, das funções do ecossistema. As funções são geralmente agrupadas em quatro categorias primárias: função de regulação (capacidade dos ecossistemas em regular os processos ecológicos essenciais para a manutenção da vida por meio de ciclos de nutrientes, regulação e oferta de água, formação de solos, polinização entre outros processos), função de habitat (essenciais para a conservação biológica, diversidade genética e de processos evolucionários), função de produção (capacidade dos ecossistemas fornecerem alimentos para o consumo humano) e função de informação (capacidade dos ecossistemas naturais em auxiliar na manutenção da saúde humana, proporcionando oportunidades de reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, recreação e estético) (HALL, 2009). Cada um desses serviços se baseia em processos ecológicos fundamentais que são reconhecíveis e, na maioria dos casos, mensuráveis pelos membros

da comunidade científica (PATAKI *et al.*, 2011), e pesquisas sobre o ciclos biogeoquímicos no ecossistema urbano, ocasionam um aprofundamento nas funções ecossistêmicas das estruturas, podendo ser implementadas como parâmetros de projetos para implantação de infraestrutura verde.

Para a AEM, "a diversidade de ecossistemas é um fator que influencia a diversidade de culturas". No estudo conduzido em Berlim, Alemanha por Riechers *et al.* (2019), os autores interpretam a diversidade cultural como "comunidades culturalmente diferentes em grandes aglomerações urbanas têm demandas diferentes em relação aos ecossistemas urbanos". Introduz-se, assim, os Serviços Ecossistêmicos Culturais (SEC) que se relacionam com as relações sociais da comunidade, o lazer, a educação, a diversidade cultural, a herança cultural local, a consciência natural dos indivíduos e da coletividade, a estética, o senso de lugar – pertencimento -, a inspiração, a religiosidade e a espiritualidade. Os resultados da pesquisa apontaram que os SEC, avaliados em diferentes distritos da cidade, apresentam menor importância quanto maior a densidade urbana e que nos distritos mais afastados do centro, a importância também diminui: ambientes com maior disponibilidade de espaços verdes, sistemas ecossistêmicos naturais. Os autores, portanto, concluem que são exatamente nos centros mais urbanos e de maior densidade que os SEC têm maior importância, sendo as relações sociais em torno das estruturas verdes e a possibilidade de promoção da diversidade cultural os aspectos que se destacam. Assim, para além do pensamento de adequação dos SB e jardins de chuva quanto às demandas hidrológicas e hidráulicas do terreno, os serviços ecossistêmicos incorporam a macro escala social, onde diferentes necessidades sociais se apresentarão conforme os índices de urbanidade.

Sistemas de Biorretenção e Jardins de Chuva

O conceito original dos SB foi modelado a partir das características e propriedades hidrológicas de um ecossistema florestal terrestre (MANUAL PRINCE GEORGE'S COUNTY, 2002). O modelo da comunidade florestal para o manejo de águas pluviais foi selecionado com base nos ciclos naturais da floresta de assimilação de nutrientes, poluentes e metais através das interações entre plantas, solo e a camada orgânica, através de seus serviços ecossistêmicos e de forma sustentável (econômico, social, tecnológico e ambiental). O aprofundamento dos estudos de tecnologias verdes como os SB, auxilia na melhoria do ecossistema urbano, bem como prevê a capacidade do SASP (Sistema Água-Solo-Planta) de manter seus serviços ecossistêmicos frente às perturbações e estresse urbanos.

Segundo Andrade (2010), geralmente as funções descrevem o funcionamento dos ecossistemas, como os ciclos energéticos e de nutrientes. Os processos são definidos como as complexas interações (eventos, reações ou operações) entre elementos bióticos e abióticos de um ecossistema envolvendo a transferência de energia e material. Em síntese, nos Serviços Ecossistêmicos os processos sustentam as funções que beneficiam os seres humanos e geram serviços. Em alguns casos, no entanto, um único serviço ecossistêmico

é o produto de duas ou mais funções do ecossistema, enquanto em outros casos uma única função do ecossistema contribui para dois ou mais serviços ecossistêmicos (COSTANZA *et al.*, 1997).

A tecnologia de biorretenção é multidisciplinar: engenharia, hidrologia, hidráulica, fluxo de superfície e águas subterrâneas, ciência do solo, horticultura e arquitetura de paisagem (DAVIS *et al.*, 2009). No contexto de alteração do ciclo hidrológico urbano, as tecnologias de baixo impacto (*Low Impact Development - LID*), como os SB, têm como objetivo "imitar" as funções hidrológicas da bacia no pré-desenvolvimento, com o diferencial de se realizar o tratamento qualitativo do efluente pluvial. Podem ser usados para recarregar ou restaurar os componentes do ciclo hidrológico relacionados ao escoamento de base e águas subterrâneas. Proporcionam benefícios consideráveis em relação ao gerenciamento do tempo de concentração e os valores de pico de descargas correspondentes (DAVIS *et al.*, 2009).

Estas estruturas são compostas por uma superfície vegetal sobre uma camada filtrante, normalmente composta por uma mistura de solo nativo/areia/argila e silte, seguida por uma camada de transição e uma camada drenante. Cada camada tem uma função ecossistêmica regulatória e de suporte, ou seja, que visa não somente a compensação da perda de áreas de infiltração, evapotranspiração e escoamento de base, mas que solucionam os problemas de poluição vinculados aos contaminantes transportados no escoamento superficial. Provêm, também, habitat para micro, meso fauna e flora.

Dentro de uma célula de biorretenção/sistema de biorretenção ou jardim de chuva, o tratamento é realizado por uma variedade de processos unitários que utilizam as propriedades químicas, biológicas e físicas das plantas, dos microrganismos e do solo (meio filtrante) na remoção dos poluentes do escoamento urbano (LIU *et al.*, 2014). Os fenômenos de movimento da água nesses sistemas são constituídos por uma diversidade complexa de fatores nos solos (condutividade hidráulica, difusividade, relações entre umidade e potencial total), da planta (densidade das raízes, profundidade, taxa de crescimento das raízes, fisiologia da raiz e área foliar) e da atmosfera (déficit de saturação, vento e radiação disponível). A alta eficiência do SB na melhoria da qualidade da água é devido ao uso de vários processos de remoção de poluentes, incluindo sedimentação, filtração, sorção química, atividade biológica, nitrificação e transferência de calor (DAVIS, 2009).

Através da interação entre plantas, solos, camada orgânica superficial e biota associada, os ecossistemas terrestres eliminam os nutrientes e poluentes do escoamento das águas pluviais (PETERJOHN e CORRELL, 1984), semelhante aos ecossistemas naturais, os ecossistemas engenhados dos SB imitam os processos ecológicos (processos físicos, químicos e biológicos) que ocorrem na natureza. Esses sistemas são, possivelmente, o melhor esforço, até o presente momento, no fornecimento de restauração ecológica e hidrológica de áreas urbanas (LIU *et al.*, 2014). Na Figura 2, pode-se visualizar a função ecossistêmica de cada meio presente no SB.



Figura 2-Sistema Biorretenção e funções ecossistêmicas do SASP

A vegetação superficial auxilia estrategicamente em manter a permeabilidade do solo e evita a colmatação, além de diminuir a velocidade do fluxo superficial e filtrar sedimentos. As raízes dão suporte a populações microbiológicas que podem beneficiar a degradação do contaminante. Além de trazer benefícios na quebra de poluentes, baseados em carbono e nutrientes e na absorção de poluentes não biodegradáveis, como os metais (DIETZ e CLAUSEN, 2005). As espécies de plantas variam fisiologicamente, quimicamente e morfologicamente e, também, podem variar consideravelmente na composição de exsudados radiculares e taxas de exsudação (READ *et al.*, 2008) influenciando no desempenho do tratamento das águas do escoamento superficial.

O meio filtrante nos SB visa reproduzir as funções ecossistêmicas do solo e é estruturado de maneira heterogênea e descontínua, o que possibilita a ocorrência de micro hábitats que irão variar entre si em função das suas características físicas e químicas e da disponibilidade de nutrientes (CARDOSO e FREITAS, 2016). O comportamento dos nutrientes e contaminantes no meio filtrante são influenciados pelas seguintes propriedades do solo: pH, potencial redox, textura, composição mineral, características do perfil, CTC, quantidade/tipo de componentes orgânicos do solo e na solução, presença de metais pesados, temperatura do solo, conteúdo de água e outros fatores que afetam a atividade microbiana (DOS SANTOS, 2005). As características físicas e químicas do meio filtrante atuam diretamente na remoção e injeção dos metais pesados e nutrientes do/para o ambiente subterrâneo, o potencial redox do solo é um dos principais parâmetros que influencia as transformações de poluentes abióticos e biológicos nos SB (LEFEVRE *et al.*, 2010). Os meios de biodegradação, mais plásticos e quimicamente ativos, fornecem um maior potencial para integrar as partículas capturadas e, durante os períodos secos,

suavizam o desenvolvimento de caminhos preferenciais e auxiliam na recuperação de sua permeabilidade do meio entre cargas de escoamento (LI e DAVIS, 2008).

A matéria orgânica, o solo, os fertilizantes, a exaustão de veículos, resíduos orgânicos domésticos, detergentes, resíduos de animais e lixiviados são as principais fontes de nutrientes que contaminam as águas subterrâneas e eutrofizam as águas superficiais. O problema de contaminação por nutrientes pode ser amenizado com maior tempo de detenção na estrutura, bem como com a utilização de plantas desnitrificantes. Ernani (2008) demonstrou que solos saturados favorecem o processo de desnitrificação. Foi verificado uma maior retenção de pequenos bolsões de solo saturado, explicando sua maior capacidade de remoção de nitrato, porém, dependendo da porosidade do solo e do teor de matéria orgânica (BUENO, 2011), pode ocorrer um processo incompleto de desnitrificação do N_2O_3 e, simultaneamente, durante o processo de mineralização das formas orgânicas do N do solo, pode ocorrer a emissão de N_2O (BOUWMAN *et al.*, 2013)) contribuindo, assim, para a poluição atmosférica. Dependendo da configuração e saturação SB, em alguns casos, os próprios meios de biorretenção criam uma exportação líquida de nutrientes (HUNT *et al.*, 2007; DAVIS *et al., 2006*). Conforme observado por Payne *et al.* (2014), 2014 o risco de lixiviação de nutrientes pode ser evitado por uma maior variabilidade de espécies de vegetação, que complementam suas funções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O papel das infraestruturas verdes no ecossistema urbano desempenha função de retroalimentação. Por exemplo, o bem-estar social nas áreas costeiras e fluviais depende da retenção de inundações por zonas úmidas ou sistemas de drenagem natural, que, por sua vez, dependem diretamente da prestação de serviços ecossistêmicos, como a regulação do solo e da água. Estes, por sua vez, são altamente dependentes da biodiversidade para manter a saúde dos ecossistemas para fornecer serviços ecossistêmicos, que irão trazer bem estar social (EUROPEAN COMMISSION, 2012). A grande motivação deste tipo de pesquisa se deve à crescente preocupação sobre as interconexões entre os estados dos ecossistemas, o bem-estar das populações humanas e os impactos negativos nos fluxos de serviços essenciais prestados pelos ecossistemas (ANDRADE, 2010). As propriedades de variabilidade (fluxos variáveis e os fatores estocásticos, intrínsecos e extrínsecos) e resiliência apresentam importância crucial para uma análise integrada das interconexões entre ecossistemas, serviços ecossistêmicos e bem-estar humano.

As teorias ecológicas são importantes ferramentas para funcionalidade dos serviços de biorretenção, a fim de manter a biodiversidade, fornecendo habitats e corredores de vida silvestre, serviços de polinização, sequestro de carbono, valor estético ou recreação, ou mesmo modular o microclima (LEVIN E MEHRING ,2015). Na Figura 3 é apresentado o fluxograma síntese com os serviços ecossistêmicos do SB, documentados na literatura.

Os serviços ecossistêmicos melhores documentados com tecnologias verdes remetem aos serviços de regulação hidrológicos e de qualidade da água, no entanto, esses ecossistemas criados também fornecem uma série de outros benefícios que geralmente são reconhecidos, mas raramente quantificados, sendo incipientes outras abordagens. WANG *et al* (2014) reviu 148 publicações que discutem o papel da infraestrutura verde urbana no ambiente interno e no conforto humano. Os principais fatores emergentes foram: efeitos no clima e uso de energia, qualidade do ar, ambiente sonoro e informação estética.

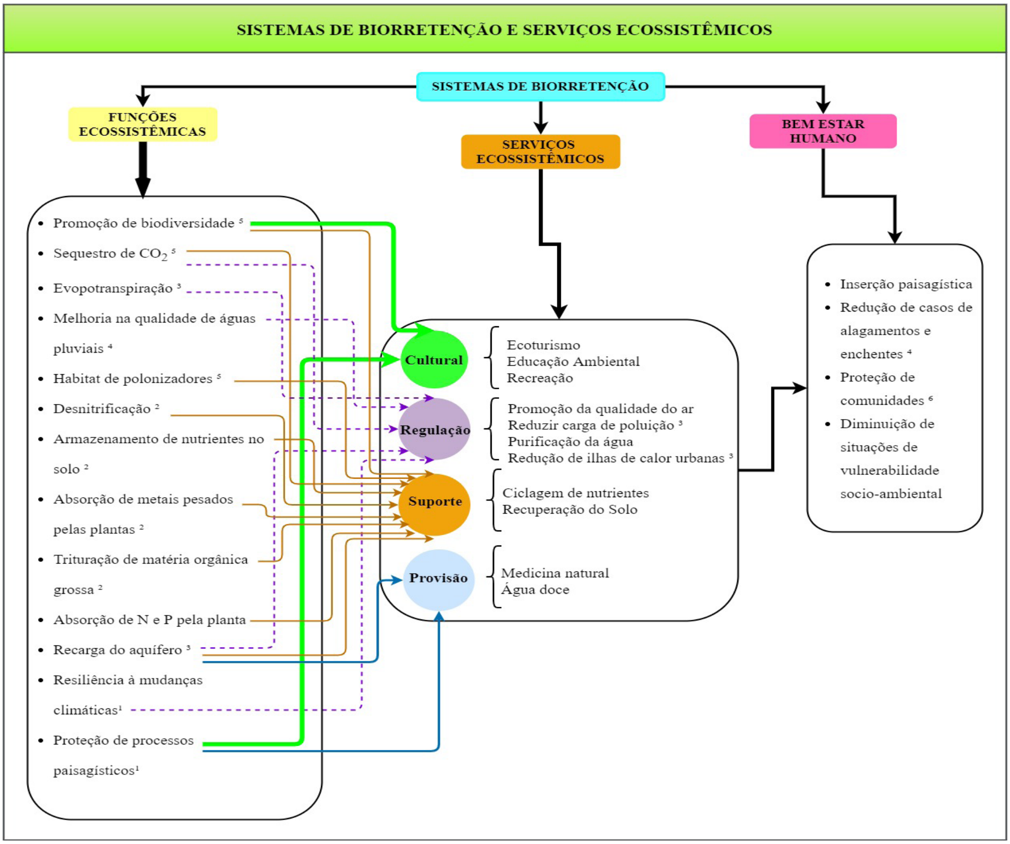


Figura 3-Fluxograma de serviços ecossistêmicos. (1: ISHIMATSU *et al.*, 2017, 2: MEHRING et al., 2016, 3: HSIEH E DAVIS 2005; Davis 2008; THOMPSON ET AL. 2008; CARPENTER E HALLAM 2010 *apud* NOCCO, 2016, 4: BONDAR, 2014, 5: AMBROSE, 2015; 6: CARVALHO, 2015)

Outras tecnologias verdes documentada com base no SASP, são as Lagoas de detenção e Wetlands (sequestro de carbono, biodiversidade e serviços culturais). Moore (2012) comparou 20 lagoas de detenção e 20 Wetlands na Carolina do Norte, EUA, através da avaliação do sequestro de carbono, identificou a vegetação com função emergente e crucial para a acumulação de carbono nos solos das lagoas e do Wetlands e indicou trabalhos futuros que quantifiquem as emissões de metano das lagoas de águas pluviais

e dos Wetlands para melhor estimar os serviços líquidos de sequestro de carbono. Nesse mesmo artigo, também foram verificados os serviços culturais de recreação, que incluíam acessibilidade pública, acessibilidade física, infraestrutura recreativa e estudo de percepção positiva da comunidade.

Na caracterização de comunidades de plantas em vários sistemas de biorretenção envelhecidos Winfrey *et al.*(2018)plant species have been selected primarily for their survivability and aesthetics. However, recent research has identified specific species that enhance biofilter functions such as pollutant removal and flood prevention (via infiltration realizou os levantamentos de plantas em 32 biorretentores em três cidades da Austrália: Melbourne, VIC; Perth, WA; e Sydney, NSW. Calcularam os índices de biodiversidade e diversidade funcional (isto é, comprimento de raiz específico, percentagem de raízes finas e taxa de crescimento relativo) e como estes índices afetam a remoção de poluentes no sistema. Constatou que, embora a diversidade de espécies diminuiu com o tempo nos SB, a diversidade funcional foi mantida. Assim, as funções do ecossistema nesses sistemas podem melhorar as diretrizes de projeto para planos de plantio e manutenção entre diferentes climas e regiões, fornecendo orientação sobre o desenvolvimento de planos de plantio.

O meio filtrante de biorretenção pode oferecer serviços de regulação e suporte. A microbiota realiza a ciclagem de nutrientes, sustentação do ecossistema e formação de solo (Figura 3) (CARDOSO e FREITAS, 2016). As percentagens, entre parênteses, indicam a contribuição de cada um desses serviços ecossistêmicos. Os macro invertebrados contribuem para a eficiência do ciclo de nutrientes (CARLISLE e CLEMENTS, 2005 *apud* MOORE E HUNT, 2012)e no controle de populações de pragas (especialmente mosquitos) (GREENWAY *et al.*, 2003 *apud* MOORE E HUNT, 2012)). As comunidades de invertebrados contribuem para outras funções ecossistêmicas como o crescimento das plantas, infiltração de água, remoção de patógenos das plantas, desnitrificação, armazenamento de nutrientes no solo, absorção de metais pesados pelas plantas, trituração de matéria orgânica grossa e decomposição (MEHRING *et al.*, 2016).

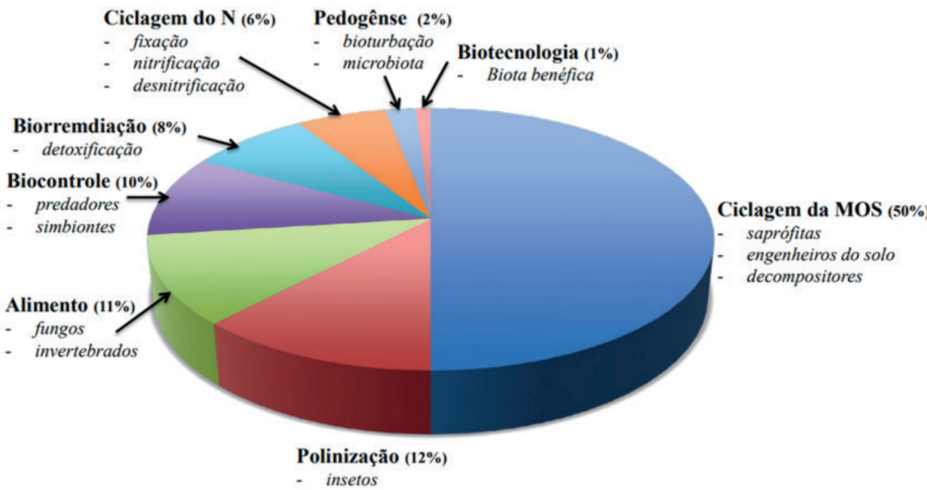


Figura 4-Valoração dos serviços ecossistêmicos desempenhados pela diversidade microbiana dos solos.

Fonte: Pimentel *et al.*, 1997 *apud* Cardoso e Freitas, 2016.

Dentro da Teoria Ecológica da Biodiversidade há consenso de que pelo menos um número mínimo de espécies seja essencial para o funcionamento do ecossistema sob condições constantes e que um número maior de espécies é, provavelmente, essencial para manter a estabilidade dos processos do ecossistema na mudança de ambiente (LOREAU, 2001). Desta forma, os fenômenos de complementariedade das plantas otimiza a função de absorção de nutrientes, pois existem plantas que preferencialmente removem diferentes nutrientes (N *versus* P), absorvem diferentes formas de nitrogênio (NO3-, NH4 ou NO2) de diferentes fontes (água, solo, ar) ou funcionam melhor sob condições diferentes (claro, escuro, molhado, seco, saturado) (LEVIN e MEHRING, 2015).

Os SB, como já discutido no tópicos anteriores, possuem um alta eficiência na função de remoção, contenção e remediação de poluentes no sistema urbano mas sua capacidade é finita para conter contaminantes (WEERASUNDARA, 2016), dependendo diretamente da configuração do SASP, em que os processos físico-químicos otimizam as funções de retenção de poluentes e nutrientes e, consequentemente, favorecem os serviços de regulação (purificação da água) e de suporte (ciclagem de nutrientes e recuperação do solo), além de aumentar o tempo útil de vida do biorretenção e diminuir da frequência de manutenção do solo saturado por contaminantes. A presença da cobertura vegetal pode reduzir os riscos de contaminação e reduzir os custos de manutenção, além de proporcionar habitats heterogêneos ricos em espécies que são considerados mais resilientes do que os habitats homogêneos (BENGTSSON *et al.*, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, sob a perspectiva ecológica, pode-se ampliar o potencial de uso de estruturas verdes no Brasil, a partir da avaliação de seus serviços ecossistêmicos se cria a possibilidade de recuperação do ecossistema urbano e, consequentemente, o aumento da resiliência deste ecossistema frente a desastres como alagamento e inundações. Frente à complexidade dos ecossistemas urbanos, fazem-se necessário estudos que aprofundem o uso de infraestruturas verdes e Sistemas de Biorretenção de forma interdisciplinar e integrada à infraestrutura urbana ampliando os benefícios à saúde física e mental da população das cidades. Assim, este artigo gostaria de ampliar a percepção sobre essas estruturas e instigar estudos mais inter e multidisciplinares para as cidades, como um grande organismo, um ecossistema urbano, tornando a ciclagem de nutrientes, matéria e energia de forma mais circular e menos impactante, como são os sistemas lineares baseados somente em infraestruturas cinzas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. C. **MODELAGEM E VALORAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS : UMA CONTRIBUIÇÃO DA ECONOMIA ECOLÓGICA**. [s.l: s.n.].

BENINI, S. M. **Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana: Estudo de caso da ciade de Tupã/SP**. - Presidente Prudente - São Paulo: - UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2015.

BOUWMAN, A. F. *et al.* Nutrient dynamics , transfer and retention along the aquatic continuum from land to ocean : towards integration of ecological and biogeochemical models. 2013.

BUENO, R. DE FREITAS. **nitrificação e desnitrificação simultânea em reator com biomassa em suspensão e fluxo contínuo de esgoto**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2011.

BUSH, J.; DOYON, A. Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute? **Cities**, v. 95, n. July, p. 102483, 2019.

CARDOSO, E.; FREITAS, S. **Microbiologia Do Solo**. [s.l.] Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2016.

COMMISSION, E. **The Multifunctionality of Green InfrastructureScience for Environment Policy**, 2012.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 15 maio 1997.

DAVIS, A. *et al.* Bioretention Technology: Overview of Current Practice and Future Needs. **Journal of Environmental Engineering**, v. 135, n. 3, p. 109–117, 2009.

DIETZ, M. E.; CLAUSEN, J. C. A field evaluation of rain garden flow and pollutant treatment. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 167, n. 1–4, p. 123–138, 2005.

FLETCHER, T. D. *et al.* SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015.

GLÁUCIA CECÍLIA GABRIELLI DOS SANTOS. **Comportamento de B, Zn, Cu, Mn e Pb em solo contaminado sob cultivo de plantas e adição de fontes de matéria orgânica como amenizantes do efeito tóxico**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2005.

HALL, C. F. Orchidaceae do Parque estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 87–88, 2009.

HUNT, W. F. *et al.* Evaluating Bioretention Hydrology and Nutrient Removal at Three Field Sites in North Carolina. v. 132, n. 6, p. 600–608, 2007.

ISHIMATSU, K. *et al.* Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning. **Landscape and Ecological Engineering**, v. 13, n. 1, p. 205–212, 2017.

LEFEVRE, G. H. *et al.* Review of Dissolved Pollutants in Urban Storm Water and Their Removal and Fate in Bioretention Cells. 2010.

LEVIN, L. A.; MEHRING, A. S. Optimization of bioretention systems through application of ecological theory. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 2, n. 3, p. 259–270, maio 2015.

LI, H.; DAVIS, A. P. Heavy Metal Capture and. v. 42, n. 14, p. 5247–5253, 2008.

LIU, J. *et al.* Review and Research Needs of Bioretention Used for the Treatment of Urban Stormwater. **Water**, v. 6, n. 4, p. 1069–1099, 2014.

LOREAU, M. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and Future Challenges. **Science**, v. 294, n. 5543, p. 804–808, 26 out. 2001.

MEA. **Ecosystems and human well-being**. [s.l: s.n.]. v. 5

MEHRING, A. S. *et al.* Soil invertebrates in Australian rain gardens and their potential roles in storage and processing of nitrogen. **Ecological Engineering**, v. 97, p. 138–143, 2016.

MOORE, T. L. C.; HUNT, W. F. Ecosystem service provision by stormwater wetlands and ponds - A means for evaluation? **Water Research**, v. 46, n. 20, p. 6811–6823, 2012.

PATAKI, D. E. *et al.* Coupling biogeochemical cycles in urban environments: Ecosystem services, green solutions, and misconceptions. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 9, n. 1, p. 27–36, 2011.

PAYNE, E. G. I. *et al.* Biofilter design for effective nitrogen removal from stormwater - Influence of plant species, inflow hydrology and use of a saturated zone. **Water Science and Technology**, v. 69, n. 6, p. 1312–1319, 2014.

PETERJOHN, W. T.; CORRELL, D. L. Nutrient Dynamics in an Agricultural Watershed : Observations on the Role of A Riparian Forest Author (s): William T . Peterjohn and David L . Correll Published by : Ecological Society of America Stable URL : http://www.jstor.org/stable/1939127 . NUTRIE. **Ecology**, v. 65, n. 5, p. 1466–1475, 1984.

READ, J. *et al.* Variation among plant species in pollutant removal from stormwater in biofiltration systems. **Water Research**, v. 42, n. 4–5, p. 893–902, 2008.

RIECHERS, Maraja et al. Cultural ecosystem services provided by urban green change along an urban-periurban gradient. Sustainability, v. 11, n. 3, p. 645, 2019.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, p. 9–18, 2012.

WANG, Y. *et al.* Effect of ecosystem services provided by urban green infrastructure on indoor environment: A literature review. **Building and Environment**, v. 77, p. 88–100, 2014.

WINFREY, B. K.; HATT, B. E.; AMBROSE, R. F. Biodiversity and functional diversity of Australian stormwater biofilter plant communities. **Landscape and Urban Planning**, v. 170, n. November 2017, p. 112–137, fev. 2018.

CAPÍTULO 15

USO DE SIRFÍDEOS (DIPTERA: SYRPHIDAE) COMO CONTROLE BIOLÓGICO DE AFÍDEOS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Data de aceite: 21/07/2021

Ana Cristina Rodrigues da Cruz
Ciências Biológicas

Michellen Maria Gomes Resende
Ciências Biológicas

Amanda Amaral de Oliveira
Faculdade de Saúde Coletiva, Universidade de Brasília, Campus Ceilândia, Distrito Federal, Brasil

Eleuza Rodrigues Machado
Ciências Biológicas, Biomedicina
Farmácia da Faculdade Anhanguera de Brasília
Unidade de Taguatinga, Distrito Federal

RESUMO: Sirfídeos são moscas da família Syrphidae, conhecidas como moscas das flores, sendo que a maioria dos adultos visitantes florais e podem desempenhar grande importância na polinização. As larvas, no entanto, possuem habitats e hábitos variados, sendo predadoras, saprófagas, filófagas e mimercófilas, e sua principal alimentação são pulgões. Entomologia agrícola estuda insetos considerados pragas e seus inimigos naturais, buscando conhecer taxonomicamente cada espécie para melhor medida de controle ser tomada posteriormente. Um organismo é considerado praga quando causam danos às plantações e consecutivamente induz perda no produto agrícola, além de ter alto custo para controle. A má utilização de agrotóxicos é nociva aos trabalhadores rurais, consumidores dos alimentos produzidos e consequentemente, prejudicial ao meio ambiente, portanto, são necessárias medidas sustentáveis que inclua o controle biológico de espécies, possibilitando que a produção seja realizada de maneira orgânica, oferecendo um produto de maior qualidade. **Objetivo:** conhecer o potencial das moscas da família Syrphidae como controle biológico de afídeos, servindo como um controle alternativo de pragas agrícolas, e mostrar a necessidade de pesquisas atuais para conhecer com mais detalhes o potencial dessas moscas na agricultura brasileira. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão literatura, usando livros, artigos científicos, monografias, dissertações e sites da literatura cinza relacionados ao tema. As bases de dados usadas na busca dos artigos científicos foram: The Lens e Google Scholar, utilizando as palavras chave: entomologia agrícola, agrotóxicos, controle biológico, afídeos, diptera e Syrphidae. Definiu-se como critério de seleção a família Syrphidae por possuírem literaturas antigas sobre a descrição das espécies desses indivíduos. O período de busca das publicações foram os últimos 25 anos, sendo selecionados 16 artigos científicos, 14 trabalhos acadêmicos, 4 livros e 5 sites. **Conclusões**: moscas da família Syrphidae poderá ser utilizada como controle de pragas, pois as larvas de algumas espécies alimentam-se de pulgões, tornando-as de grande importância ecológica e econômica. Além disso, a fase adulta desses insetos desempenham um papel fundamental como polinizadoras. Essas moscas podem garantir a saúde da plantação, aumentar a produção, e solução para a redução do uso de agrotóxicos.

PALAVRAS - CHAVE: Afídeos; Controle Biológico; Entomologia agrícola; Syrphidae.

USE OF SYRPHIDS (DIPTERA: SYRPHIDAE) AS BIOLOGICAL CONTROL OF APHIDS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) IN BRAZILIAN AGRICULTURE

ABSTRACT: Sirphids are flies of the Syrphidae family, known as flower flies, being the majority of adult floral visitors and can play a great role in pollination. The larvae, however, have varied habitats and habits, being predators, saprophagous, phyllophageal and mimercophyllous, and aphids are their main food. Agricultural entomology studies insects considered pests and their natural enemies, seeking taxonomic knowledge of each species for a better control measure to be taken later. An organism is considered a pest when it causes damage to crops and consecutively induces loss in the agricultural product, in addition to having a high cost of control. The misuse of pesticides is harmful to rural workers, consumers of the food produced and, consequently, harmful to the environment, therefore, sustainable measures are needed that include the biological control of species, allowing the production to be carried out in an organic manner, offering a product of higher quality. Objective: to understand the potential of flies of the Syrphidae family as a biological control of aphids, serving as an alternative control of agricultural pests, and to show the need for current research to know in more detail the potential of these flies in Brazilian agriculture. Methodology: A literature review was carried out, using books, scientific articles, monographs, dissertations and gray literature websites related to the topic. The databases used in the search for scientific articles were: The Lens and Google Scholar, using the keywords: agricultural entomology, pesticides, biological control, aphids, diptera and Syrphidae. The Syrphidae family was defined as a selection criterion because they have ancient literature on the description of species in this family. The search period for publications was the last 25 years, with 16 scientific articles, 14 academic works, 4 books and 5 websites being selected. Conclusions: flies of the Syrphidae family can be used as pest control, as the larvae of some species feed on aphids, making them of great ecological and economic importance. Furthermore, the adult stage of these insects play a key role as pollinators. These flies can ensure the health of the crop, increase production, and a solution for reducing the use of pesticides.
KEYWORDS: Aphids; Biological control; Agricultural entomology; Syrphidae.

1 I INTRODUÇÃO

Os insetos são os seres vivos mais diversificados existentes na terra (DEL-CLARO; TOREZAN-SILINGARDI, 2009). A área que estuda esses animais é conhecida como entomologia. Esse ramo da Biologia engloba diversas áreas de estudo, desde a Entomologia médica que estuda os vetores de patógenos, como os mosquitos dos gêneros: *Aedes, Anopheles, Culex*, *Lutzomyia*, até a entomologia forense, que vêm auxiliando na elucidação de crimes violentos, usando as moscas, que se alimentam de cadáveres em decomposição (RAFAEL, et al.*,* 2012).

A má utilização de agrotóxicos é nociva aos trabalhadores rurais, consumidores dos alimentos produzidos e consequentemente, prejudicial ao meio ambiente (SIMÕES, 2018). Para solucionar esse problema são necessárias medidas sustentáveis que inclua o

controle biológico com espécies de insetos. Esse fato, possibilita a produção de gêneros alimentícios de maneira orgânica, oferecendo ao consumidor produto de maior qualidade e saudável (FERLA, 2018).

Um organismo é considerado praga quando são causadores de danos às plantações e consecutivamente gerando perdas na economia, devido perdas nos produtos agrícolas, além de ser oneroso o controle deles. Assim, a entomologia agrícola estuda essas pragas e deve-se conhecer taxonomicamente cada espécie para melhor medida de controle serem tomadas posteriormente (LORINI, et al., 2015*).*

Conhecidos popularmente como "moscas-das-flores", os sirfídeos (Diptera: Syrphidae) estão entre os insetos mais benéficos, devido a sua enorme importância como polinizadores e algumas espécies em sua forma larval são predadores de afídeos (Hemiptera: Aphididae), servindo assim como um controle biológico alternativo para insetos pragas (MIRANDA, et al., 2013). Diante do exposto, a pergunta que essa pesquisa visa responder é quem são os sirfídeos e como podem colaborar no controle de afídeos?

O objetivo geral da revisão foi conhecer as moscas da família Syrphidae que servem como controle biológico de afídeos. Para compreender esse objetivo foram usados objetivos específicos como: descrever a atuação da entomofauna no controle biológico de pragas, identificar insetos da família Aphididae, descrever os prejuízos causados por esses organismos na agricultura, apresentar as moscas da família Syrphidae e explicar como elas podem ser utilizadas no controle biológico de pragas.

2 | METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão literatura, onde os assuntos abordados foram adquiridos de leituras de artigos científicos, livros, monografias, dissertações e sites da literatura cinza. As bases de dados utilizadas foram: The Lens e Google Scholar, usando as palavras chave: entomologia agrícola, agrotóxicos, controle biológico, afídeos, diptera e Syrphidae.

O Catálogo Taxonômico da Fauna Brasileira (CTFB) foi utilizado para buscar nomes científicos e a distribuição geográfica dos insetos. Para a seleção do conteúdo, optaram pela família Syrphidae, pois ela engloba artigos sobre as espécies dessa família descritos no período de publicação dos últimos 25 anos.

Assim, foram selecionados 16 artigos científicos, 14 trabalhos acadêmicos, 4 livros e 5 sites da literatura cinza. Foram abordados os assuntos: entomofauna de importância agrícola, os prejuízos causados pelos Aphididae, e as moscas da família Syrphidae, mostrando a morfologia, a identificação e como elas podem ser usadas em controles de pragas de lavouras.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Entomofauna de controle biológico de pragas

Os insetos exercem várias funções de interesses econômicos como: produção de seda, corante, fármacos, alimentos, polinização, produção de conhecimento científico e processos ecológicos (CARDOSO, 2016). Porém, existem insetos que trazem problemas para o homem como: carrapatos, piolhos, pulgas, mosquitos e aqueles que se alimentam das plantas, trazendo perdas na agricultura. Essas perdas têm significado maior devido: às doenças que as plantas podem adquirir, danos causados aos produtos armazenados, ao meio ambiente e consequentemente devido ao uso excessivo de agrotóxicos para controlá-las, resultando no uso de agrotóxicos em grande escala, gerando problemas com insetos resistentes aos agrotóxicos.

Para solucionar o uso desenfreado de agrotóxicos é necessário que utilizem técnicas menos ofensivas ao meio ambiente e que possam controlar essas pragas. Nesse sentido, o uso do controle biológico passou a ser investigado é usado basicamente no mundo todo para combater insetos considerados nocivos (ERTHAL JUNIOR; GUARUS, 2012).

Os organismos descritos no presente trabalho, usados no controle biológico, são os predadores que consomem uma determinada quantidade de presas em diferentes estágios de vida. Os parasitóides precisam de um hospedeiro para depositar seus ovos para que estes completem alguns estágios de vida. Assim, a entomofauna ocorre em grande abundância, e pode ser utilizada para a manutenção do controle de diversas pragas como: ácaros, bactérias, fungos, vírus e população de outros insetos (PINDORAMA, 2021).

Os besouros são predadores extremamente generalistas, como por exemplo *Calosoma* spp. (Coleoptera: Carabidae) e se alimentam de diversos insetos (Figura 1). Esses animais são comuns em lavouras de soja, milho e outros cultivos. Eles vivem no solo e podem chegar até a parte inferior da planta, são muito ágeis e conhecidos como caçadores de lagartas. A preservação desse predador no agroecossistema da soja é importante, considerando-se a sua voracidade em destruir outros insetos (MARTINS; CIVIDANES, 2014).



Figura 1. Adulto do Besouro-carabídeo (*Calosoma* sp.).

Fonte: Harterreiten-Souza, (2011).

Coleópteros da família Coccinellidae são indivíduos, onde a maioria das espécies é entomófaga tanto na fase larval como na fase adulta. São predadores vorazes de pulgões, cochonilhas, de ovos e larvas de primeiro instar de lepidópteros (OLIVEIRA; WILCKEN; MATOS, 2004). Os coccinelídeos estão entre os mais conhecidos predadores de insetos e ocorrem na maioria das regiões do mundo, controlando pragas, e apresentam grande atividade de busca, ocupando todos os ambientes de suas presas. *Azya luteipes e Cycloneda sanguinea* são espécies de joaninhas eficientes para controle biológico dessas pragas, como mostrado na figura 2 (RODRIGUES, 2004).

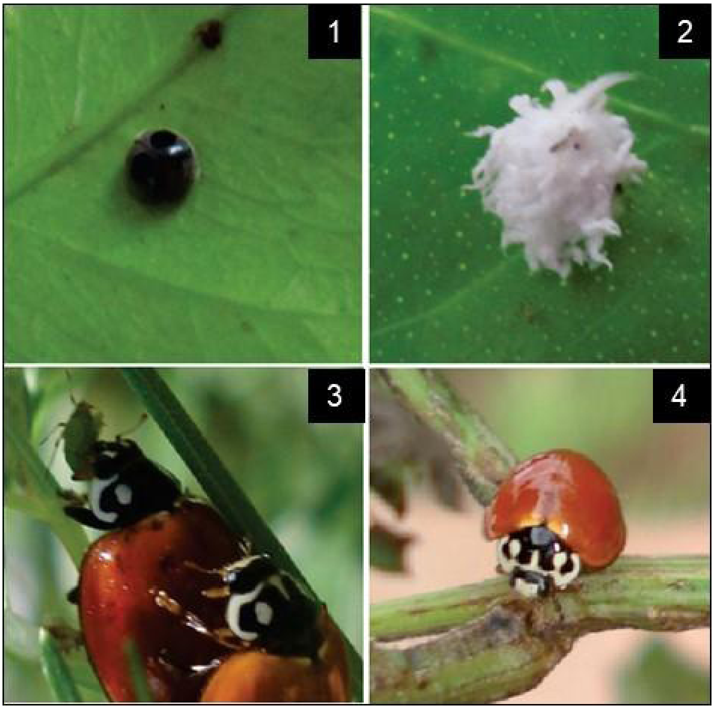


Figura 2. *Azya luteipes e Cycloneda sanguínea*. (**1**) Adulto da joaninha *Azya luteipes.* (**2**) Larva da joaninha *Azya luteipes.* (3) Adulto da joaninha (fêmea e macho) *Cycloneda sanguinea* alimentando-se de pulgão. (**4**) Adulto da joaninha *Cycloneda sanguinea*.

Fonte: Harterreiten-Souza, 2011.

Os representantes de Dermaptera, são insetos alongados com distribuição mundial, exceção nas regiões polares (CRUZ, 2007). No Brasil, existem estudos com *Dorus luteipes* pertencente à ordem Dermaptera e a família Forficulidae. Os insetos dessa espécie são terrestres e considerados importantes inimigos naturais de pragas em diversas culturas, principalmente no controle de pragas na cultura de milho. Eles são predadores de pulgões, mosca-branca, ovos, pupas e lagartas pequenas de mariposas e normalmente predam à noite, tanto no solo quanto na parte aérea das plantas. O gênero *Doru* está entre os mais promissores para serem utilizados como agentes de controle biológico de inseto-praga (Figura 3). Nesta figura, observa-se a fase biológica de *Dorus luteipes*, tesourinha predadora de ovos, larvas e pulgões, devido à elevada capacidade predatória, tanto na fase de ninfa quanto na fase adulta (HARTERREITEN-SOUZA, et al., 2011).

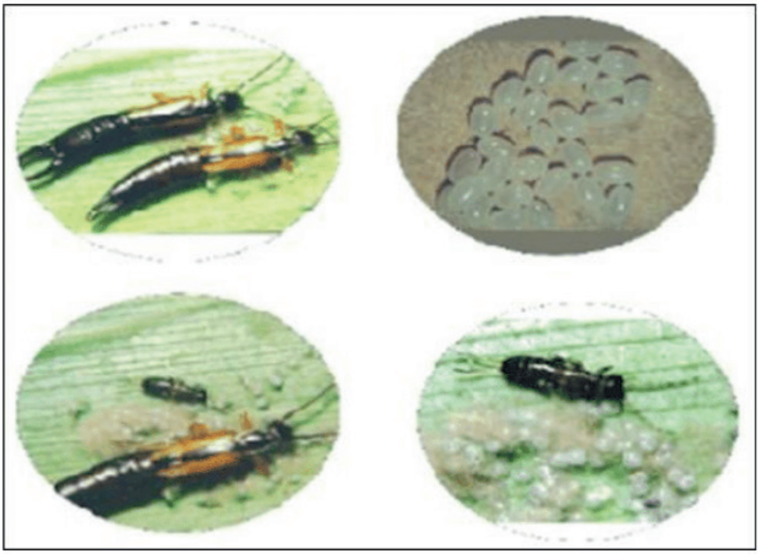


Figura 3. Dermaptera: Forficulidae: *Dorus luteipes.*

Fonte: Cruz, 2007.

As moscas pertencem à ordem Diptera e apresentam um grande potencial para o controle biológico natural, devido sua ação de predação de insetos considerados pragas. A ordem desses insetos é megadiversa com aproximadamente 150.000 mil espécies descritas (GARCIA, 2009).

Os asilídeos pertencem à ordem Diptera e a família Asilidae, possuem hábito predatório voraz, predando outros insetos e também pequenas aranhas. Eles apresentam grande importância para o ecossistema, pois sua atividade contribui na manutenção do equilíbrio das populações de insetos e pequenos aracnídeos. O conhecimento sobre a taxonomia dessa família está desatualizado, e por se tratar de insetos predadores, apresentam uma importância prática para agricultura e até o momento foi muito pouco explorada (SILVEIRA; KOHLER, 2019). Na figura 4 estão algumas espécies de asilídeos coletados em floresta de várzea no extremo sudoeste, parte da Guiana Francesa (Mitaraka) em 2015 (VIEIRA, et al., 2019).

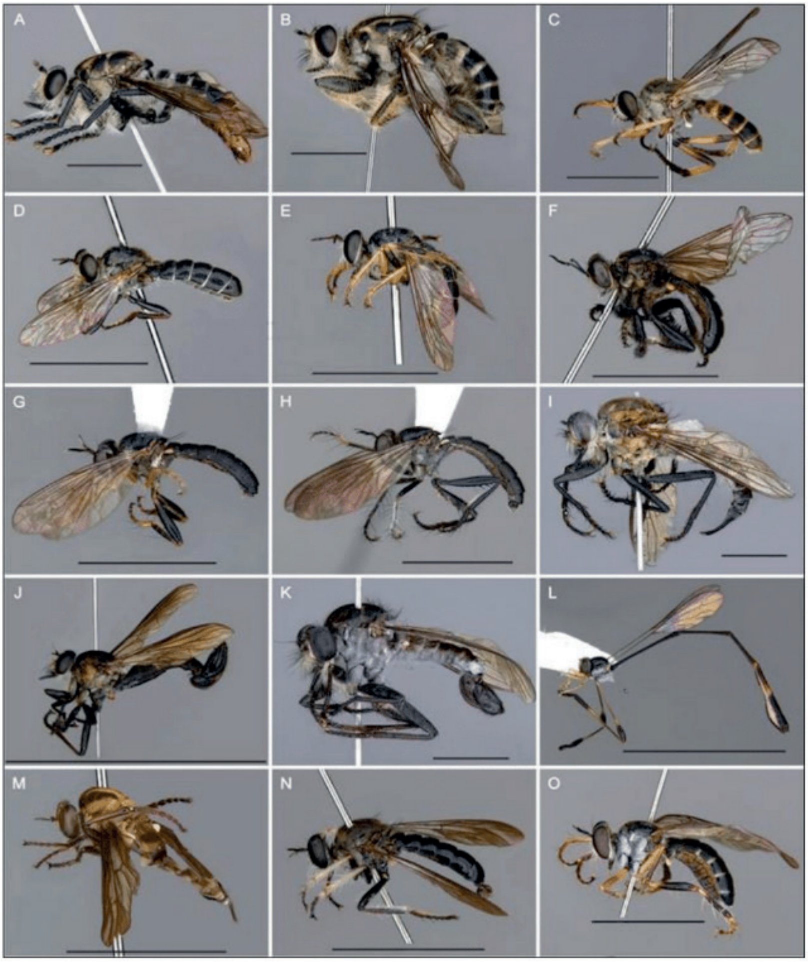


Figura 4. Asilídeos da Guiana Francesa (Mitaraka). (**A**) *Andrenosoma pyrrhacra* (Wiedemann, 1828) ♂. (**B**) *Andrenosoma sarcophaga* (Hermann, 1912) ♂. (**C**) *Andrenosoma s*p. ♂. (**D**) *Aphractia vivax* (Hermann, 1912) ♂. (**E**) *Atomosia* sp. 1 ♂. (**F**) *Atomosia* sp. *2* ♂. (**G**) *Cerotainia* sp. ♂. (**H**) *Dissmeryngodes amapa* (Artigas; Papavero, Serra, 1991 ♂. (**I**) *Dissmeryngodes nigripes* (Macquart, 1838) ♂. (**J**) *Diplosynapsis* sp*.* ♀. (**K**) *Efferia* sp. 1 ♂. (**L**) *Efferia* sp. 2 ♂. (**M**) *Eurhabdus longissimus* (Tomasovic, 2002) ♀. (**N**) *Holcocephala oculata* (Fabricius, 1805) ♂. (**O**) *Hybozelodes dispar* (Hermann, 1912) ♂. Scale bars: 5 mm.

Fonte: Vieira, 2019.

Associadas a sistemas de produção de hortaliças de base ecológica destaca-se a família Dolichopodidae, pois ela apresenta elevada abundância, quando comparadas com outras famílias de insetos predadores. A maioria deles se alimenta de espécies de importância agrícola, como mosca-branca, tripes e ácaros. Espécies de moscas *Condylostylus* sp. (Figura 5) Podem ser úteis para propor estratégias para conservação ou maximização do controle biológico de pragas agrícolas (HARTERREITEN-SOUZA, et al., 2020).



Figura 5. Espécies de moscas *Condylostylus* (Dolichopodidae).

Fonte: Souza, 2017.

Dados da literatura mostram que além dos predadores acima citados, existem os parasitóides de diversas famílias e pertencentes à ordem Hymenoptera que são apresentados como inimigos naturais. Uma das famílias mais importantes é a Aphelinidae destacando *Aphelinus asychis* e *Aphelinus mali* que são parasitoides de pulgões (Figura 6). A fêmea de *Aphelinus asychis* ovipositando em uma espécie de pulgão (*Diuraphis noxia*) conhecido popularmente como "pulgão de trigo russo" (FARIAS; HOPPER, 1999).



Figura 6. Fêmea de *Aphelinus asychis* ovipositando em *Diuraphis noxia*

Fonte: Natural History Museum, Londres, 2021.

Atualmente, está ocorrendo uma redução da biodiversidade de flora natural em detrimento das monoculturas, tal fato leva ao aumento das pragas agrícolas. Esse problema deve ser urgente revertido com sério manejo de pragas agrícolas. Para isso, é preciso estratégias mais sustentáveis para esses ambientes e os insetos por serem megadiversos podem ser usados para o controle de pragas (MEIRA, 2016).

3.2 Prejuízos causados pelos insetos da família Aphididae

Os afídeos, popularmente conhecidos como pulgões, são pequenos insetos sugadores. Eles pertencem à ordem Hemiptera, família Aphididae. Existem cerca de 4.000 espécies presentes em todo mundo, e são considerados insetos pragas, pois frequentemente causam danos a diversos tipos de plantas. Essa família é considerada de grande interesse pelo fato de causarem danos direto à planta, pois suga a seiva e indiretamente por transmitir diversas viroses fitopatogênicas (SILVA; MICHELOTTO; JORDÃO, 2004).

Os pulgões expelem uma substância açucarada que depositam nas folhas proporcionando um fungo preto (fumagina), diminuindo a área de respiração e dificultando a fotossíntese da planta (WATANABE; MELO, 2006). Os grandes prejuízos causados pelos afídeos levam os agricultores a fazerem uso de fitossanitários, entretanto o uso desses químicos não é efetivo devido à resistência desses organismo aos organofosforados, carbamatos e piretróides (COSTA, 2011).

Pulgões da espécie *Toxoptera citricida,* popularmente conhecido como pulgão-preto causam danos em plantas jovens, folhas em desenvolvimento e botões de flores, esses insetos secretam substância que favorece a formação de fumagina. Na figura 7 observa-se a ocorrência de grandes colônias e detalhes do pulgão (MANEJEBEM, 2018).

Esse pulgão é de importância para espécies agrícolas, pois é vetor do vírus *Citrus tristeza viru* conhecida como a tristeza dos citros. Esse nome foi adotado pois há um declínio rápido das plantas afetadas. É uma doença de importância econômica presente nas principais regiões citrícolas do mundo, e mesmo que no Brasil esteja controlada o maior desafio é a presença do vetor e a grande variabilidade do vírus (BARBOSA, 2014).



Figura 7. (**1**) Infestação de *T. citricida* em brotos. (**2**) *T. citricida* em detalhes.

Fonte: Lotz, 2018.

Cerataphis brasiliensis são insetos conhecidos como pulgão das palmeiras ou pulgão preto do coqueiro, infestam as espécies de palmáceas no Estado do Pará, incluindo o açaizeiro e o tucumanzeiro, essa mesma espécie infesta palmeiras nativas do cerrado brasileiro (MEWS; CABETTE; ALBINO, 2008).

Esses insetos apresentam o corpo circular, esférico, coloração preta e circundado com franjas brancas, são pouco móveis e se fixam em diferentes pontos das plantas e se alimentam exclusivamente da seiva das palmeiras. A presença desses pulgões se dá pelo fato de excretar uma substância adocicada que atrai vespas, moscas e formigas, para que possam proteger a colônia de pulgões (Figura 8) contra seus inimigos naturais (EMBRAPA, 2021).



Figura 8. Colônia de *Cerataphis brasiliensis* atendida pela formiga *Chamaedora costaricana***.**

Fonte: Hidalgo, 2021.

Mancha anelar do mamoeiro, conhecida como o mosaico do mamoeiro, é uma doença causada pelo vírus *Papaya ringspot virus (*PRSV-p) e é transmitido naturalmente por afídeos. Não existe cura para a planta infectada, devendo ela ser arrancada da raiz para evitar que a doença se espalhe, pois está se dissemina rapidamente, causando grandes prejuízos (VENTURA; COSTA; PRATES, 2004).

Existem alguns afídeos que testaram positivo para a transmissão do vírus no Brasil, sendo elas *Aphis spiraecola, Aphis gossypii e Toxoptera citricida* que estão presentes constante e frequentemente no cultivo do mamoeiro. Na figura 9 é mostrado uma espécie de afídeo *A. gossypii* que infesta em maior número de plantas em cultura de mamão (MARTINS, et al., 2007).

Os pulgões *A. gossypii*, vivem em colônias e são insetos ápteros, ou seja, não possuem asas e os alados são insetos com asas. Eles aparecem nos países de clima

tropical. Essas colônias são formadas apenas por fêmeas adultas ápteras e por ninfas em diferentes estágios de desenvolvimento (GUIMARÃES; MOURA; OLIVEIRA, 2013).



Figura 9. (**1**) *Aphis gossypii.* (**2**) colônia com adultos e ninfas em diferentes estágios de desenvolvimento.

Fonte: Guimarães, 2013.

Pereira e Salvadori (2011) descreveram que os pulgões atingiram altas populações na década de 1970, quando severas infestações foram constatadas principalmente pelas espécies *Metopolophium dirhodum* (pulgão-da-folha) e *Sitobion avenae* (pulgão-da-espiga). Além dessas espécies, ocorrem em trigo o pulgão-verde-dos-cereais (*Schizaphis graminum).* A primeira espécie de pulgão registrada na lavoura de trigo no Brasil foi o pulgão-da-aveia (*Rhopalosiphum padi)*, o pulgão-da-raíz (*R. rufiabdominale)* e o pulgão-do-milho (*R. maidis*). Na figura 10 é mostrado algumas espécies de representantes de pulgões.



Figura 10. (1) *Rhopalosiphum padi.* (**2**) *Sitobion avenae.* (**3**) *Schizaphis graminum.*

Fonte: Pereira, (2011).

É importante ressaltar o que Salvadori (1999, online) disse sobre o uso de inseticida quando as populações de pulgões atingiram níveis alarmantes. Na época, generalizou-se o uso do controle químico, gerando grande desequilíbrio biológico e tornando a produção de trigo completamente dependente do uso de inseticidas.

Durante aproximadamente uma década, toda a área tritícola do Rio Grande do Sul recebeu, pelo menos, uma aplicação anual de inseticida. Na maioria das situações, porém, eram feitas duas aplicações por safra na mesma lavoura, e, em muitos casos, três a quatro aplicações de inseticidas eram necessárias para um efetivo controle de pulgões. Considerando-se apenas o Rio Grande do Sul, com área média de 1,5 milhão de hectares cultivados com trigo, no período de 1970 a 1979, não é difícil avaliar o volume de inseticidas que foi aplicado, bem como estimar os riscos de efeitos paralelos no ambiente e na saúde pública.

Com base nessa descrição, o uso de controle biológico com a entomofauna, certamente reduzirá o uso de inseticidas, e com isso economizaria cerca de 16,23 milhões de dólares por ano e aproximadamente 855 mil litros por ano de inseticidas deixaria, de ser jogados no ambiente (SALVADORI, 1999).

3.3 Família Syrphidae e seu potencial para controle biológico

Os sirfídeos conhecidos como moscas das flores ou "hoverflies são moscas que pertencem à ordem Diptera e a família Syrphidae. Eles são considerados umas das maiores famílias com alta diversidade biológica. A maioria dos adultos são visitantes florais e podem desempenhar grande importância na polinização. As larvas no entanto possuem habitats e hábitos variados, sendo predadoras, saprófagas fitófagas e mirmecófilas, mas sua principal alimentação são os pulgões. Os sirfídeos são importantes predadores de parasitóides, fungos, entomopatogênicos, coccinelídeos e crisopídeos (SILVA, 2018). Os insetos adultos possuem coloração diversificada e varia entre tons de amarelos e pretos, além de tons iridescentes. Eles possuem padrões de máculas no tórax e no abdômen diferenciados (THOMPSON; ROTHERAY, 1998).

Existem espécies do gênero *Allograpta* que foram registrados em associação com espécies de pulgões. *Allograpta* são encontradas alimentando dessas pragas que infestam frutas cítricas, árvores frutíferas subtropicais, milho, alfafa, algodão, uvas, alface e várias plantas selvagens (GHAHARI, et al*.,* 2008). No Brasil uma das espécies mais comuns do gênero é *Allograpta exotica*. Os adultos desta espécie possuem coloração preta com manchas amarelas (Figura 11), face e escutelo amarelo e as larvas apresentam coloração verde com manchas brancas paralelas na área dorsal (SÁNCHEZ, 2012). Apesar de ser um inimigo natural importante em várias culturas, os estudos sobre a biologia de *A. exotica* são limitados (SILVA, 2018).



Figura 11. *A. exotica*. (**1**) Larva predando pulgão. (**2**) Adulto.

Fonte: Auad; Trevizani, 2005.

O gênero *Ocyptamus* é exclusivo das Américas e possui em média 300 espécies. A maioria ocorre na Região Neotropical, e vem mostrando grande potencial como agente de controle biológico, pois a sua fase larval é predadora de pequenos insetos fitófagos gregários, principalmente de afídeos (MIRANDA, 2005). *O. gastrotactus* (Figura 12) é uma das espécies mais abundante de sirfídeos afdiófagos em diferentes culturas de citros, e é citado como predador dos afídeos *Aphis gossypii e Toxoptera citricida* (ROJO, 2003).



Figura 12. *O. gastrotactus.* (**1**) Larva (**2**) Adulto.

Fonte: Auad e Trevizani, 2005.

Pseudodorus clavatus (Figura 13) é uma espécie importante na redução de pulgões em citros. Ela está presente na América do Sul e na Flórida. Além dos pulgões de citros,

P. clavatus também preda cochonilhas e outros pulgões. No Brasil estes predadores estão associados a *Aphis gossypii, Rhopalosiphum maidis, Aphis sacchari, Brevicoryne brassicae, Macrosiphum euphorbiae, Macrosiphum rosae, Myzus persicae, Toxoptera citricida, Schizaphis graminum* e *Brachycaudus schwartzi* (AUAD, 2003).

Dados apresentados no trabalho de Bachtold e Del-claro (2013) mostram um comportamento predatório de *P. clavatus* em pulgões que são cuidados por formigas. Esses pulgões normalmente expelem uma substância adocicada que atraem formigas e vespas para os proteger de inimigos naturais, entretanto, as larvas de *P. clavatus* foram encontradas nas colônias dos afídeos *Aphis gossypii, A. spiraecola* e *Toxoptera* sp. Essas larvas entram nas colônias e alimentam-se das ninfas dos pulgões, mostrando eficiência na predação dessas pragas e como controle biológico.



Figura 13. *P. clavatus.* (**1**) Larva. (**2**) Adulto.

Fonte: Auad e Trevizani, 2005.

Em um estudo feito por Lampert (2014) no laboratório foi observado que *Syrphus phaeostigma* é predador do pulgão *Rhopalosiphum padi* que causa danos a cultura do trigo, visto que as larvas no três estágios predaram 461 ninfas e adultos de *R. padi*, em média de 56,3 de predação de afídeos por dia. A visitação dos sirfídeos são feitas apenas pelas fêmeas e elas realizam voo de reconhecimento sobre as plantas, permanecendo muitas vezes paradas em voo de frente às colônias dos afídeos, ao pousarem forrageiam as colônias em praticamente toda a planta a procura de um local adequado para ovipositar.

Lampert (2014) menciona ainda que a predação de *R. padi* por larvas de *S. phaeostigma* não havia sido registrada em trigo e outros cereais, contudo existem registros no Brasil em predação de outros afídeos como *Toxoptera citricida*. Dessa forma, pode-se afirmar que com essa capacidade de predação *S. phaestigma* a espécie apresenta grande

potencial no controle biológico nas lavouras de trigo.



Figura 14. *S. phaestigma*: (**1**) Ovo. (2) larva. (**3**) pulpa. (**4**) adulto.

Fonte: Lampert, 2014.

Estima-se que no Brasil existem cerca de 2.030 espécies de sirfídeos e que suas larvas possuem grande importância ecológica e econômica, pois são inimigos naturais de pragas em diversas culturas vegetais, sendo a principal importância no controle de afídeos. Eles provocam rápido declínio dessas populações, com isso exercendo um papel fundamental no controle biológico (SOMAVILLA; KHOLER, 2014).

Assim, considerando os aspectos observados na pesquisa, os insetos chamados de pragas existem pelo fato da redução da biodiversidade de flora e insetos que controlam naturalmente as populações dessas pragas. Atualmente, predominam as monoculturas e com elas aumentam as pragas, que para serem controladas e reduzir as perdas agrícolas, usam em larga escala os agrotóxicos utilizados pelos agricultores. Devido ao uso desordenado desses produtos, os insetos tornam-se resistentes aos produtos químicos. Como solução para esse problema existe uma abordagem natural para ser utilizada com a vantagem de não poluir o meio ambiente que são seus inimigos naturais.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A entomofauna citada para o controle biológico pode controlar a população de insetos pragas, pois devido a predação e consumo de diversos estágios de vida desses insetos. Além disso, os insetos parasitóides depositam seus ovos nos pulgões, podendo

ser usados para manutenção do controle de diferentes pragas agrícolas.

Nas literaturas selecionadas as espécies de sirfídeos são indicadas como potencial para o controle de pulgões. Porém, houve uma grande dificuldade em encontrar dados atuais de pesquisas publicados em artigos científicos, que mostram que esses insetos podem ser usados no controle biológico de pragas, necessitando assim de realizarem coletas e identificação taxonômica deles dentro das agriculturas para compreender melhor a função deles na ecológica de sistemas agrícolas.

Também, existe uma necessidade grande de educação ambiental, com uso de uma linguagem acessível sobre o assunto, para os pequenos agricultores, onde deve ser explicado como os pulgões se tornam resistentes aos agrotóxicos, pois o uso excessivo desses produtos matam os inimigos naturais que controlam os insetos pragas. Se o produtor entender esse fato, ele poderá refletir sobre o assunto e mudar a sua forma de cultivo para um cultivo sustentável.

As moscas da família Syrphidae poderão ser utilizadas como controle de pragas, pois as larvas de algumas espécies alimentam-se de pulgões, tornando-as de grande importância ecológica e econômica. Além disso, a fase adulta desses insetos desempenham um papel fundamental como polinizadoras. Essas moscas podem garantir a saúde da plantação, aumentar a produção, e solução para a redução do uso de agrotóxicos.

Com essa revisão da literatura ficou claro a necessidade de pesquisas nessa área para conhecer melhor o potencial dessas moscas na agricultura brasileira, pois o Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do mundo e usam muito agrotóxicos no controle de pragas, e trocando os produtos químicos pelo uso moscas da família Syrphidae poderá trazem um custo-benefício de graça, além de fazer uma agricultura biosustentável.

REFERÊNCIAS

AUAD, A.M. Aspectos biológicos dos estágios imaturos de *Pseudodorus clavatus* (Fabricius) (Diptera: Syrphidae) alimentados com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. Neotropical Entomology, 2003; 32; 3: 475-480.

AUAD, A.M; TREVIZANI, R. Ocorrência de sirfídeos afidófagos (Diptera, Syrphidae) em Lavras, MG. Revista Brasileira de Entomologia, 2005; 49; 3: 425-426.

BARBOSA, Cristiane de Jesus; RODRIGUES, Almir Santos. Citrus tristeza. Revista Brasileira de Fruticultura, 2014; 36; 3: i-i.

BÄCHTOLD, A.; DEL-CLARO, K. Predatory behavior of Pseudodorus clavatus (Diptera, Syrphidae) on aphids tended by ants. Revista Brasileira de Entomologia, 2013; 57; 4: 437-439.

CARDOSO, S.A.E. Utilização de insetos na alimentação humana e animal. Dissertação de Mestrado. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa. 2016. Disponível em: http://hdl.handle.net/10437/7638. Acesso em: 19 maio 2021.

COSTA, F.M. Análise comparativa da predação de *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) e *Aphis spiraecola* (Patch) (Hemiptera: Aphididae) por artrópodes, em cultura de citros, através da serologia. 2011. 93 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1709. Acesso em 19 maio 2021.

DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M. Interação inseto-planta: novos caminhos para uma melhor compreensão das comunidades ecológicas nas savanas neotropicais. Neotropical Entomology, 2009; 38; 2:159-164.

ERTHAL JUNIOR, M.; GUARUS, I.F.F. Controle biológico de insetos pragas. *In:* Seminário Mosaico Ambiental: Olhares sobre o meio ambiente, 1, 2011, Campos dos Goytacazes/RJ. Artigo [...]. Rio de Janeiro: Essentia, p. 1-16, 2012.

EMBRAPA. Árvore do Conhecimento Açaí. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/acai/arvore/CONT000gbl456gc02wx5ok07shnq9cnj7bed.html. Acesso em: 27 abr de 2021.

FARIAS, A.M; HOPPER, K.R. Comportamento de *oviposição* de *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae) e *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae) e comportamento de defesa de seu hospedeiro *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae), Entomologia ambiental, 1999; 28: 858-862.

FERLA, N.J.; SILVA, G.L.; JOHANN, L.; A cultura da erva-mate e os ácaros: situação atual e perspectivas. Porto Alegre: Evangraf, v. 1, 2018.

GARCIA, E.R. 2009. Contribuição ao conhecimento da fauna de Stratiomyidae (Insecta: Diptera) do Parque Municipal de Nova Iguaçu. 2009. 53 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal)- Universidade Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

GHAHARI, H. et al. Hover flies (Diptera: Syrphidae) from rice fields and around grasslands of northern Iran. Munis entomology and zoology, 2008; 3; 1: 275-284.

GUIMARÃES, J.A.; MOURA, A.P.; OLIVEIRA, V.R. Biologia e manejo do pulgão Aphis gossypii em meloeiro. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 7, 2013.

HARTERREITEN-SOUZA, E.S; PUJOL-LUZ, J.R; CAPELLARIA, R.S; BICKEL, D; SUJII, E.R. Diversity and spatial distribution of predacious Dolichopodidae (Insecta: Diptera) on organic vegetable fields and adjacent habitats in Brazil. Florida Entomologist, 2020; 103; 2: 197-205.

LAMPERT, S. Fauna de Syrphidae (Diptera) em Floresta Ombrófila Mista e Lavoura de Trigo: Diversidade e aspectos Biológicos. 2014. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C; FRANÇA-NETO, J.B; HENNING, A.A; HENNING, F.A. Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas. Brasília: Embrapa Soja. ed. 1, p. 11- 81, 2015.

LOTZ. J.W. Infestação de T. citricida em brotos 5194048. Departamento de Agricultura e Serviços ao Consumidor da Flórida, Bugwood.org. Disponível em: https://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5194048. Acesso em: 24 abr de 2021.

MANEJEBEM. Praga, pulgão preto dos citrus, 2018. https://www.manejebem.com.br/doenca/praga-pulgao-preto-dos-citrus-toxoptera-citricida. Acesso em: 24 de abr de 2021.

MARTINS, I.C.F; CIVIDANES, F.J. Composição de Carabidae (Coleoptera) em sistema produtivo de soja/milho. Entomol. Commun, 2020; 2: ec02002, 2020.

MARTNS, D.S; PAULA, R.C.A.L; PERONTI, A.L.B.G; CARVALHO, R.C.Z Ocorrência de espécies de afídeos em áreas comerciais de mamão no Estado Santo. *In*: MARTINS, D. S.; COSTA, A. N.; COSTA, A.F. S. (ed.). Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão. Vitória, ES: Incaper, p. 496-501, 2007.

MEIRA, F.M. Comunidade de insetos predadores em hortaliças em diferentes sistemas de cultivo na região de Maringá. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

MEWS, C.M.; CABETTE, H.S.R.; ALBINO, J.L.D. A closer look at intraspecific variation of Cerataphis brasiliensis (Hempel) (Hemiptera: Hormaphididae). Neotropical Entomology, 2008; 37; 2: 137-142.

MIRANDA, G.F.G. Taxonomia do gênero Ocyptamus Macquart, 1834 (Diptera: Syrphidae), com ênfase em cinco grupos de espécies. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MIRANDA, G.F.G; YOUG, A.D; LOCKE, M.M; MARSHALL, S.A; SKEVINGTON, J.H; THOMPSON, F.C. Chave para os gêneros de Syrphidae neártico. Canadian Journal of Arthropod Identification, 2013; 23; 1: 351, 2013.

NATURAL HISTORY MUSEUM, LONDRES. Banco de dados Universal Chalcidoidea. *Aphelinus asychis*. Disponível em: https://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/media.dsml?IMAGENO=chalc328&VALGENUS=Aphelinus&VALSPECIES=asychis&isVideo=. Acesso em: 15 abr. 2021.

OLIVEIRA, N.C.; WILCKEN, C. F.; MATOS, C.A.O. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera, Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus Cinara atlantica (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). Revista Brasileira de Entomologia, 2004; 48; 4: 529-533.

PINDORAMA. Controle de Praga. Disponível em: https://viverforadosistema.org.br/. Acesso em: 29 mar. 2021.

PEREIRA, P.R.V.S.; SALVADORI, J.R. Pragas da lavoura de trigo. *In*: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. (Eds.). Trigo no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 263-282, 2011.

RAFAEL, J.A. et al. Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, 2012.

RODRIGUES, W.C. Inimigos Naturais de Pragas de Plantas Cítricas no Estado do Rio de Janeiro. Info Insetos, Informativo dos Entomologistas do Brasil, 2004; 1: 1-7.

ROJO, S., et al. A world review of predatory hoverflies (Diptera, Syrphidae: Syrphinae) and their prey. 2003.

SALVADORI, J. R. Controle biológico de pulgões de trigo: O sucesso que perdura. Brasília: Embrapa Trigo, 1999.

SÁNCHEZ, E.A. Bionomía, diversidad y morfología preimaginal de sírfidos depredadores (Diptera: Syrphidae) en el Estado Lara, Venezuela: Importancia en el control biológico de plagas. Tese de Doutorado. Universitat d’Alacant - Universidad de Alicante, 2012.

SILVA, A.P.N. Criação em Laboratório e Tabela de Vida de *Allograpta exotica* (Diptera: Syrphidae). 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

SILVA, R. A.; MICHELOTTO, M. D.; JORDÃO, A. L. Levantamento preliminar de pulgões no Estado do Amapá. Embrapa Amapá: Circular Técnica. Macapá. v. 32, 2004.

SIMÕES, U. A ameaça à saúde da população brasileira pelo uso indiscriminado de agrotóxicos. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2018.

SOMAVILLA, E.; KOHLER, A. Importância De Indivíduos De Syrphidae (Diptera, Insecta) No Plantio De Tabaco No Sul Do Brasil. *In:* Seminário de Iniciação Científica. 25., 2014. Santa Cruz do Sul. Anais [...]. Rio Grande do Sul: UNISC, p.26, 2019.

SOUZA, É.S.H. Diversidade, abundância e bionomia de moscas predadoras (Diptera: Dolichopodidae) em propriedades produtoras de hortaliças em sistemas de base ecológica. 2017. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

THOMPSON, F.C.; ROTHERAY, G. Family Syrphidae. *In*: László Papp (ed). Contributions to a manual of palaearctic diptera: with special reference to flies of economic importance. v. 3. Universidade Cornell: Science Herald, p. 81- 98, 1998.

VIEIRA, R.; CAMARGO, A.; POLLET, M.; DIKOW, T. Updated checklist of French Guianan Asilidae (Diptera) with a focus on the Mitaraka expedition. Zoosystema, 2019; 40; sp1: 443-464.

VENTURA, J.A.; COSTA, H.; PRATES, R.S. Mosaico do mamoeiro. Plano Estratégico da Agricultura Capixaba. 3 ed. Vitória, ES: Incaper, 2004.

WATANABE, M.A; MELO, L.A.S. Controle biológico de pragas de hortaliças. Jaguariúna: Embrapa meio ambiente, 2006.

CAPÍTULO 16

AVALIAÇÃO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS POR AGROTÓXICOS NO BRASIL

Data de aceite: 21/07/2021

Data de submissão: 24/06/2021

Amanda Luíza de Grandi
Laboratório de Ecologia e Conservação
Universidade Federal da Fronteira Sul Erechim – RS

Caroline Müller
Laboratório de Ecologia e Conservação
Universidade Federal da Fronteira Sul Erechim – RS
https://orcid.org/0000-0003-0507-9355

Paulo Afonso Hartmann
Laboratório de Ecologia e Conservação
Universidade Federal da Fronteira Sul Erechim – RS
https://orcid.org/0000-0003-1417-0409

Marilia Teresinha Hartmann
Laboratório de Ecologia e Conservação
Universidade Federal da Fronteira Sul Erechim – RS
https://orcid.org/0000-0002-2473-1276

RESUMO: O aumento na demanda por alimentos no último século favoreceu o uso intensivo de agrotóxicos no setor agrícola, o que se tornou um fator de risco à contaminação de águas superficiais e subterrâneas. Visto o alto custo e a complexidade de análises de monitoramento de qualidade destas águas, faz-se necessário o uso de métodos alternativos para a análise do risco de contaminação dos agrotóxicos. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas para os agrotóxicos mais vendidos no Brasil. As análises foram realizadas utilizando as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos em estudo a partir dos índices numéricos obtidos pelos métodos de GUS e LEACH. Dos 24 agrotóxicos analisados, 18 agrotóxicos tiveram risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas, dentre os quais dez (picloram, atrazina, metribuzim, 2,4-D, diurom, ametrina, carbendazim, glifosato, acefato e dicloreto de paraquate) possuem limites de concentrações máximas em água estabelecidas pela legislação local. Observou-se alto risco de contaminação para o picloram, tebutiurom, imidacloprido, atrazina e tiofanato-metílico; além de se recomendar cuidados com o uso excessivo de glifosato e 2,4-D que, apesar de apresentarem médio risco, são os mais vendidos.

PALAVRAS - CHAVE: ingrediente ativo, pesticida, contaminação, recursos hídricos.

ASSESSMENT OF THE RISK OF CONTAMINATION OF SURFACE AND UNDERGROUND WATER BY PESTICIDES IN BRAZIL

ABSTRACT: The demand for food favored the intensive use of pesticides in the agricultural sector, which has become a risk factor for contamination of surface and groundwater. Given the high cost and complexity of analyzes monitoring the water quality, it is necessary to use alternative methods to analyze the potential of pesticides for contamination. Thus, the aim of this study was to assess the risk of contamination

of surface and underground waters for the pesticides most sold in Brazil. Analyzes were performed using the physicochemical properties of pesticides under study from the numerical indices obtained by the GUS and LEACH methods. Of the 24 pesticides analyzed, 18 pesticides had potential risk of contamination of surface and groundwater, among which ten of them (picloram, atrazine, metribuzim, 2,4-D, diuron, ametrine, carbendazim, glyphosate, acephate and dichloride paraquat) have limits of maximum concentrations in water established by local legislation. A high potential for contamination was observed for picloram, tebutyuron, imidacloprid, atrazine and thiophanate-methyl; however, we recommend caution with the excessive use of glyphosate and 2,4-D which, despite presenting medium risk, are the most sold.
KEYWORDS: active ingredient, pesticide, contamination, water resources.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil, um país historicamente agroexportador, tem uma legislação que pode ser considerada flexível em relação ao uso de agrotóxico se comparado aos países europeus (FREITAS; REGINO, 2020). Em função desta flexibilidade, e da grande área de produção agrícola, o Brasil é, desde 2008, o maior consumidor mundial de agrotóxicos, notadamente herbicidas e inseticidas (PIGNATI *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.,* 2019). Com o uso de agrotóxicos em larga escala, principalmente nos sistemas de cultivo de monoculturas (POZZETTI; SANTOS; MICHILES, 2019; SOUSA; GORRI, 2019), surge a necessidade de regulamentar do uso destas substâncias. No entanto, a flexibilidade atual na legislação, ou até mesmo a falta de legislação abrangendo todos os agrotóxicos autorizados no Brasil, colabora para o uso descontrolado e excessivo, podendo causar contaminação da água e do solo (CARNEIRO *et al*., 2015).

Os agrotóxicos são substâncias sintéticas que tem por finalidade atingir e eliminar organismos alvo (GILSON *et al.*, 2020), mas, ao mesmo tempo, podem atingir organismos não alvo e causar expressivos impactos ambientais (MONTAGNER *et al.*, 2019). Em algumas situações menos de 0,1% do produto aplicado atinge o organismo alvo, e os 99,9% restantes podem alcançar outros compartimentos ambientais, como os recursos hídricos (SABIK; JEANNOT; RONDEAU, 2000). Durante a pulverização os pesticidas podem ser transportados pelo vento. Na aplicação no solo, podem lixiviar com o escoamento da água pluvial e atingir mananciais superficiais e subterrâneos (PALMA; LOURENCETTI, 2011).

Os agrotóxicos são classificados de acordo com a sua classe química, mecanismo de ação e quanto ao seu grau toxicológico (MENDES *et al.*, 2019). De acordo com a toxicidade, os agrotóxicos são classificados em 5 categorias que abrangem desde produtos extremamente tóxicos a produtos não classificados (ANVISA, 2019). Avaliar os efeitos dos agrotóxicos nos seres vivos e no ambiente é uma tarefa complexa, pois ao longo do cultivo os agrotóxicos podem ser utilizados isoladamente ou em misturas (GILSON *et al.*, 2020).

Para evitar a contaminação da água destinada ao consumo humano, o Ministério da Saúde (Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011) e o Conselho Nacional do Meio

Ambiente (Resolução n° 396, de 3 de abril de 2008), dispõem sobre os procedimentos de controle da qualidade da água e de seu padrão de potabilidade, e incluem 27 e 29 agrotóxicos, respectivamente, sendo 20 em comum. Mais recentemente foi publicada a portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, que apresenta os limites permitidos para 41 pesticidas, porém distante ainda dos 497 agrotóxicos liberados no Brasil (ANVISA, 2021). Como consequência, águas consideradas potáveis legalmente, podem estar contaminadas, em função da ausência de regramentos (SOARES; SOUZA, 2020). Assim, identificar e avaliar o risco de contaminação dos agrotóxicos ao ambiente e à saúde humana são ações imprescindíveis para o controlar e prever o comportamento destas substâncias no meio (ISMAEL; ROCHA, 2019).

A análise do risco de contaminação das águas pode ser feita a partir da estrutura química do agrotóxico, uma vez que esta determina a mobilidade e a degradabilidade do componente no meio (ANDRADE *et al.*, 2011). Existem modelos matemáticos simplificados capazes de prever o comportamento dos pesticidas no ambiente, predizer o risco de contaminação e a mobilidade da substância nas águas superficiais e subterrâneas (RIBEIRO *et al.*, 2019). Estes modelos são alternativas rápidas e economicamente viáveis para o monitoramento da qualidade das águas, como uma avaliação ambiental complementar (RIBEIRO *et al.*, 2019). Dois modelos matemáticos para avaliação de risco de contaminação das águas pelo potencial de lixiviação dos agrotóxicos são: o índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas *Groundwater Ubiquity Score* (GUS) e o índice de lixiviação *Leaching Index* (LEACH), para águas superficiais e subterrâneas (ARMAS *et al.*, 2005).

Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas pelos agrotóxicos mais vendidos no Brasil no período de 2015 a 2019, a partir dos índices de GUS e de LEACH.

2 | METODOLOGIA

Para a seleção dos ingredientes ativos (IA), foi consultado o banco de dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2021) onde constam informações sobre os registros de agrotóxicos no país. Foram selecionados os boletins anuais de um período de cinco anos (2015, 2016, 2017, 2018 e 2019).

De cada boletim, foi selecionada a planilha intitulada “Venda de ingrediente ativo por UF”, que apresenta: toneladas de IA vendidos no ano para cada unidade de federação (UF), toneladas de IA vendidos no ano sem identificação de UF e ainda o total de toneladas de IA vendidos no país. Deste total, foram selecionados os 20 IA mais vendidos em cada ano do período analisado. Todos estes dados de vendas foram reunidos em uma única planilha do *software* Excel, a partir da qual gerou-se uma tabela dinâmica de onde foi obtido um total de 24 IA de produtos agrotóxicos, para o período em estudo (2015 a 2019).

As propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, necessárias para o cálculo dos índices, foram encontradas na base de dados de acesso livre *Pesticide Properties DataBase* (PPDB) desenvolvida pela Universidade de Hertfordshire, da Inglaterra; por meio da base de dados de acesso livre PubChem da *National Institutes of Health* (NIH), que faz parte do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos da América; e por meio de revisão bibliográfica de trabalhos anteriores (EFSA, 2013; SOARES; FARIA; ROSA, 2017; MARQUES *et al.*, 2019).

O índice de GUS foi calculado para cada IA conforme a equação 1:

$$GUS = \log_{10} (t_{1/2}) \cdot (4 - \log_{10} K_{oc}) \quad [1]$$

onde $t_{1/2}$ é o tempo de meia-vida da substância no solo, em dias; e o K_{oc} é o coeficiente de partição entre o carbono orgânico e a água do solo, em l/kg (ARMAS *et al.*, 2005).

Segundo o modelo utilizando o índice GUS, os IA analisados são classificados de acordo com o potencial de lixiviação para as águas subterrâneas. Se o valor de GUS for menor que 1,8, o agrotóxico não sofre lixiviação (NL), se ficar entre 1,8 e 2,8, está na faixa de transição (T) e se for maior que 2,8, é provável lixiviação (L) (RIBEIRO *et al.*, 2019).

O índice de LEACH foi calculado conforme a equação 2:

$$LEACH = (W_s \cdot t_{1/2}) / (V_p \cdot K_{oc}) \quad [2]$$

onde W_s é a solubilidade da substância em água, expressa em mg/l, e V_p é a pressão de vapor, em Mpa (ARMAS *et al.*, 2005).

O índice LEACH permite classificar os produtos a partir do risco de contaminação para as águas superficiais e subterrâneas. Se o valor de LEACH for menor que 3, o risco é baixo, se o valor estiver entre 3 e 7, o risco é médio, e se for maior que 7, o risco é alto (RIBEIRO *et al.*, 2019).

Para o índice de LEACH, os valores foram expressos em escala logarítmica, seguindo estudos anteriores (ARMAS *et al.* 2005), para uma melhor comparação com o índice de GUS e para o enquadramento da classificação proposta por Ribeiro *et al.* (2019).

Para ambos os índices, as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos possuem a mesma interpretação. A solubilidade é um parâmetro importante para a determinação do comportamento do agrotóxico no meio, porque mostra a tendência de escoamento do composto no solo (OLIVEIRA *et al.*, 2017). O tempo de meia-vida está relacionado com a capacidade de permanência de um composto no meio, é o tempo necessário para que pelo menos 50% da quantidade total de agrotóxico aplicada, se dissipe (SILVA; VIVIAN; OLIVEIRA JR, 2007). Já o coeficiente de partição entre o carbono orgânico e a água do solo (K_{oc}), indica a capacidade de lixiviação do agrotóxico (BRITTO *et al.*, 2015).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os 24 agrotóxicos obtidos através da análise dos dados disponíveis nos boletins anuais do IBAMA, a categoria de uso e o total de toneladas de IA vendido no período.

Lista	Ingrediente Ativo	Categoria de uso	Toneladas vendidas (2015 - 2019)
1º	Glifosato	Herbicida	965347,12
2º	2,4-D	Herbicida	260125,18
3º	Mancozebe	Fungicida	175334,99
4º	Atrazina	Herbicida	124444,79
5º	Acefato	Inseticida	124330,29
6º	Dicloreto de paraquate	Herbicida	63529,29
7º	Imidacloprido	Inseticida	46307,76
8º	Clorpirifós	Inseticida	40915,20
9º	Enxofre	Fungicida	39210,67
10º	Clorotalonil	Fungicida	36338,86
11º	Oxicloreto de cobre	Fungicida	35317,14
12º	Malationa	Inseticida	32439,50
13º	Diurom	Herbicida	28223,17
14º	Metomil	Inseticida	22654,14
15º	Clomazona	Herbicida	21773,90
16º	Carbendazim	Fungicida	17318,07
17º	Ametrina	Herbicida	14738,13
18º	Tebutiurom	Herbicida	12525,24
19º	Tiofanato-metílico	Fungicida	10386,52
20º	Cletodim	Herbicida	5854,12
21º	Tetraconazol	Fungicida	4477,19
22º	Picloram	Herbicida	3827,47
23º	Azoxistrobina	Fungicida	3643,02
24º	Metribuzim	Herbicida	3586,03

Tabela 1. Lista dos ingredientes ativos de produtos agrotóxicos mais vendidos, em toneladas, de 2015 a 2019 e respectiva categoria de uso, a partir de dados dos relatórios de Comercialização de Agrotóxicos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA).

Convém destacar que as empresas detentoras de registros de agrotóxicos entregam os relatórios de comercialização contendo a marca comercial do produto. Aqui são apresentados os dados de comercialização por IA, conforme proteção prevista no Artigo 2 da Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (BRASIL, 1996), pois o IA é o agente impactante na

questão sanitária e ambiental (IBAMA, 2021).

As propriedades físico-químicas dos IA mais vendidos estão apresentadas na Tabela 2.

Ingrediente ativo	Grupo químico	W_s (mg/l)	V_p (Mpa)	$t_{1/2}$ (dias)	K_{oc} (l/kg)
Glifosato	Glicina[1]	10500[2]	0,031[2]	15[2]	1424[2]
2,4-D	Ácido fenoxi carboxilíco[1]	24300[2]	0,009[2]	4,4[2]	39,3[2]
Mancozebe	Alquilenobis[1]	6,2[2]	0,013[2]	0,05[2]	998[2]
Atrazina	Triazina[1]	35[2]	0,039[2]	75[2]	100[2]
Acefato	Organofosforado[1]	790000[2]	0,026[2]	3[2]	302[2]
Dicloreto de paraquate	Bipirilídio[1]	620000[2]	0,01[2]	365[2]	100000[2]
Imidacloprido	Neonicotinoide[1]	610[2]	$4x10^{-8}$	191[2]	2500[3]
Clorpirifós	Organofosforado[1]	1,05[2]	1,43[2]	386[2]	5509[2]
Enxofre	Inorgânico[1]	0,063[2]	0,098[2]	30[2]	1950[2]
Clorotalonil	Isoftalonitrila[1]	0,81[2]	0,076[2]	3,53[2]	2632[2]
Oxicloreto de cobre	Inorgânico[4]	1,19[2]	0,00001[2]	10000[2]	50000[4]
Malationa	Organofosforado[1]	148[2]	3,1[2]	0,17[2]	1800[2]
Diurom	Ureia[1]	35,6[2]	0,00115[2]	146,6[2]	680[2]
Metomil	Carbamato[1]	55000[2]	0,72[2]	7[2]	72[2]
Clomazona	Isoxazolidinona[1]	1212[2]	27[2]	22,6[2]	300[2]
Carbendazim	Benzimidazol[1]	8[2]	0,09[2]	40[2]	400[3]
Ametrina	Triazina	200[2]	0,365[2]	37[2]	316[2]
Tebutiurom	Uréia[1]	2500[2]	0,27[2]	400[2]	80[2]
Tiofanato-metílico	Benzimidazol[1]	18,5[2]	0,5[2]	46,8[2]	210[2]
Cletodim	Oxima ciclohexadiona[1]	5450[2]	0,00208[2]	0,55[2]	3000[2]
Tetraconazol	Triazol[1]	156,6[2]	0,18[2]	61[2]	531[5]
Picloram	Ácido piridinocarboxílico[1]	560[2]	0,00008[2]	82,8[2]	13[2]
Azoxistrobina	Estrobirulina[1]	6,7[2]	$1,12x10^{-7}$	78[2]	589[2]
Metribuzim	Triazinona[1]	10700[2]	0,121[2]	7,03[2]	60[5]

[1]ANVISA, 2021; [2]PPDB, 2021; [3]SOARES; FARIAS; ROSA, 2017; [4]EFSA, 2013; [5]NIH, 2021.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas dos ingredientes ativos dos agrotóxicos mais vendidos no Brasil de 2015 a 2019. Sendo: W_s – solubilidade da substância em água, à 20 °C; V_p - pressão de vapor; $t_{1/2}$ – tempo de meia-vida da substância no solo; K_{oc} - coeficiente de partição entre o carbono orgânico e a água do solo.

Os compostos com altos valores de tempo de meia-vida (acima de 21 dias), como o oxicloreto de cobre, tebutiurom, clorpirifós, dicloreto de paraquate, imidacloprido, diurom, picloram, azoxistrobina, atrazina, tetraconazol, tiofanato-metílico, carbendazim, ametrina,

enxofre e clomazona são compostos com alta persistência em solo, aumentando o risco de contaminação, principalmente nas águas subterrâneas (BRITTO *et al*., 2015).

De acordo com o índice de GUS (Tabela 3), os IA com maior potencial de lixiviação para as águas subterrâneas foram picloram, tebutiurom, atrazina e tiofano-metílico, representando 16,67% do total de IA. Ficaram na faixa de transição o diurom, ametrina, azoxistrobina, tetraconazol, carbendazim, clomazona, metribuzim, metomil, representando 33,33%. Portanto, 50% (12) dos agrotóxicos mais vendidos no Brasil podem lixiviar e atingir os mananciais hídricos subterrâneos. De acordo com o índice de GUS, os outros 50% restantes não possuem potencial para sofrer lixiviação e atingir lençóis freáticos e aquíferos.

Ingrediente ativo	**GUS**	**Classificação**
Picloram	5,536	L
Tebutiurom	5,456	L
Atrazina	3,750	L
Tiofanato-metílico	2,802	L
Diurom	2,529	T
Ametrina	2,353	T
Azoxistrobina	2,327	T
Tetraconazol	2,276	T
Carbendazim	2,240	T
Clomazona	2,062	T
Metribuzim	1,882	T
Metomil	1,811	T
2,4-D	1,548	NL
Imidacloprido	1,373	NL
Enxofre	1,049	NL
Glifosato	0,996	NL
Acefato	0,725	NL
Clorpirifós	0,670	NL
Clorotalonil	0,318	NL
Cletodim	-0,136	NL
Malationa	-0,573	NL
Mancozebe	-1,302	NL
Dicloreto de paraquate	-2,562	NL
Oxicloreto de cobre	-2,796	NL

Tabela 3. Classificação do risco de contaminação por ingrediente ativo nas águas subterrâneas pelo índice de GUS. Menor que 1,8 não sofre lixiviação (NL); entre 1,8 e 2,8 - faixa de transição (T); maior que 2,8 - provável lixiviação (L).

Para o índice de LEACH (Tabela 4), apenas o imidacloprido e o picloram apresentaram alto risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais (8,33%). Dez dos 24 IA pesquisados (41,67%) possuem médio risco de contaminação: azoxistrobina, 2,4-D, acefato, dicloreto de paraquate, tebutiurom, oxicloreto de cobre metribuzim, metomil, diurom e glifosato. Os demais obtiveram baixo risco de contaminação para águas subterrâneas e superficiais.

Ingrediente ativo	LEACH	Classificação
Imidacloprido	9,07	Alto
Picloram	7,65	Alto
Azoxistrobina	6,90	Médio
2,4-D	5,48	Médio
Acefato	5,48	Médio
Dicloreto de paraquate	5,35	Médio
Tebutiurom	4,67	Médio
Oxicloreto de cobre	4,38	Médio
Metribuzim	4,02	Médio
Metomil	3,87	Médio
Diurom	3,82	Médio
Glifosato	3,55	Médio
Atrazina	2,83	Baixo
Cletodim	2,68	Baixo
Tetraconazol	2,00	Baixo
Ametrina	1,81	Baixo
Carbendazim	0,95	Baixo
Tiofanato-metílico	0,92	Baixo
Clomazona	0,53	Baixo
Clorpirifós	-1,29	Baixo
Mancozebe	-1,62	Baixo
Clorotalonil	-1,84	Baixo
Enxofre	-2,00	Baixo
Malationa	-2,35	Baixo

Tabela 4. Classificação do risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais pelo índice de LEACH. Menor que 3 - Baixo; entre 3 e 7 - Médio; maior que 7 - Alto.

A Tabela 5 apresenta uma comparação entre os resultados obtidos para os índices de GUS e de LEACH, em ordem de risco de contaminação para águas subterrâneas e superficiais, dos agrotóxicos analisados. Na classificação foi priorizado o maior risco de

agrotóxico, ou seja, a categoria "Alto" risco ou "Lixiviação (L)" em um dos índices foi suficiente para colocar o IA como alto risco de contaminação das águas no geral. Consideramos que quanto maior o valor obtido através dos índices de GUS e de LEACH, maior é o potencial de lixiviação e escoamento do agrotóxico (MARQUES *et al.*, 2019). Desta maneira, analisando os dois índices juntos, cinco agrotóxicos apresentam alto risco de contaminação das águas, treze agrotóxicos apresentaram médio risco, e seis agrotóxicos, baixo risco.

Ingrediente ativo	GUS	LEACH
Picloram	5,536 (L)	7,65 (Alto)
Tebutiurom	5,456 (L)	4,67 (Médio)
Imidaclopride	1,373 (NL)	9,07 (Alto)
Atrazina	3,750 (L)	2,83 (Baixo)
Tiofanato-metílico	2,802 (L)	0,92 (Baixo)
Azoxistrobina	2,327 (T)	6,90 (Médio)
Metribuzim	1,882 (T)	4,02 (Médio)
Metomil	1,811 (T)	3,87 (Médio)
2,4-D	1,548 (NL)	5,48 (Médio)
Diurom	2,529 (T)	3,82 (Médio)
Ametrina	2,353 (T)	1,81 (Baixo)
Tetraconazol	2,276 (T)	2,00 (Baixo)
Carbendazim	2,240 (T)	0,95 (Baixo)
Clomazona	2,062 (T)	0,53 (Baixo)
Glifosato	0,996 (NL)	3,55 (Médio)
Acefato	0,725 (NL)	5,48 (Médio)
Dicloreto de paraquate	-2,562 (NL)	5,35 (Médio)
Oxicloreto de cobre	-2,796 (NL)	4,38 (Médio)
Enxofre	1,049 (NL)	-2,00 (Baixo)
Clorpirifós	0,670 (NL)	-1,29 (Baixo)
Clorotalonil	0,318 (NL)	-1,84 (Baixo)
Cletodim	-0,136 (NL)	2,68 (Baixo)
Malationa	-0,573 (NL)	-2,35 (Baixo)
Mancozebe	-1,302 (NL)	-1,62 (Baixo)

Tabela 7. Comparação entre as classificações dos índices de GUS (águas subterrâneas) e LEACH (águas subterrâneas e superficiais). GUS: menor que 1,8 não sofre lixiviação (NL); entre 1,8 e 2,8 - faixa de transição (T); maior que 2,8 - provável lixiviação (L). LEACH: menor que 3 - Baixo; entre 3 e 7 - Médio; maior que 7 - Alto. As cores indicam o risco de contaminação de águas, considerando os dois índices. Em vermelho agrotóxicos com alto risco de contaminação de águas, em amarelo com médio risco e em verde, com baixo risco de contaminação.

Picloram foi o agrotóxico com maior probabilidade de atingir tanto águas superficiais quanto subterrâneas. Esse resultado concorda com o estudo de Ratchawang e Chotpantarat (2019), onde picloram foi o agrotóxico com maior potencial de lixiviação. Analisando os dois índices, a sequência picloram > tebutiurom > imidacloprido > atrazina > tiofanato-metílico deveria ser priorizada nos monitoramentos de pesticidas em águas superficiais e principalmente subterrâneas.

O quarto agrotóxico em risco de contaminação de águas subterrâneas foi o herbicida atrazina, que também é o quarto mais vendido no Brasil. O risco deste herbicida para águas é maior do que os outros, devido a quantidade que chega no ambiente. Se combinarmos as vendas com o risco de contaminação das águas, Atrazina (4º. em vendas) e Imidacloprido (7º. em vendas) seriam os agrotóxicos mais preocupantes, pois apresentam alto risco em pelo menos um dos índices e são muito utilizados no país. Os dois agrotóxicos mais vendidos, glifosato e 2,4-D, tem risco médio de contaminar águas superficiais e subterrâneas, mas devido ao volume de vendas e uso, deveriam ser monitorados na água constantemente.

Entre os 18 agrotóxicos que mostraram alto ou médio risco de contaminar águas brasileiras, dez tem limites de concentrações máximas em água definidos na legislação. Tebutiurom, imidacloprido e tiofano-metílico, que apresentam alto risco de contaminação em pelo menos um dos índices, não possuem limites definidos. Azoxistrobina, metomil, tetraconazol, clomazona e oxicloreto de cobre, com risco médio em pelo menos um dos índices, também não possuem concentração máxima permitida definida em lei. Aparecem limites de concentrações máximas permitidas em água, na Portaria nº 888/21, para picloram, atrazina, metribuzim, 2,4-D, diurom, ametrina, carbendazim, glifosato, acefato e dicloreto de paraquate. Sem definições estabelecidas em lei para o restante, fica limitado o monitoramento e controle destes agrotóxicos em água, porque apesar de apresentarem risco de contaminação das águas, a sua concentração máxima não é conhecida.

A análise e divulgação destas informações expande o conhecimento sobre os impactos dos agrotóxicos, incentiva a pesquisa na área e possibilita a tomada de decisões regulatórias sobre os IA prioritários na avaliação de impactos no ambiente e na saúde humana.

4 | CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que dos 24 agrotóxicos mais vendidos no Brasil, 18 tem alto ou médio risco de contaminar águas superficiais ou subterrâneas (ou ambas). A classificação apresentada neste estudo mostra uma ordem de prioridade dos pesticidas, que deveria ser seguida para a realização de monitoramentos nas águas brasileiras. Neste sentido, picloram e tebutiurom são os dois agrotóxicos com maior risco de contaminação, seguidos de imidacloprido, atrazina e tiofanato-metílico.

Atrazina e imidacloprido demonstraram ser os dois agrotóxicos com maior capacidade

poluidora de águas subterrâneas, se enquadrando com alto risco contaminação das águas superficiais e subterrâneas, pelo índice de LEACH, e como lixiviante pelo índice de GUS. Além desses, glifosato e 2,4-D merecem atenção adicional em monitoramentos, pois são os mais vendidos no país e podem atingir águas superficiais e subterrâneas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. S. *et al.* **Análise de risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em municípios do Alto Paranaíba – MG.** Quím. Nova, v. 34, n. 7, p. 1129–1135, 2011.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Monografias de agrotóxicos**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acessoainformacao/dadosabertos/informacoes-analiticas/monografias-de-agrotoxicos>. Acesso em: 08 mai. 2021.

ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Reclassificação toxicológica de agrotóxicos**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos> Acesso em: 02 abr. 2021.

ARMAS, E. D. *et al.* **Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do Rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica**. Quím. Nova, v. 28, n. 6, p. 975-982, 2005.

BRASIL. **Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasília, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9279.htm>. Acesso em: 01 abr. 2021.

BRITTO, F. B. *et al.* **Avaliação do risco de contaminação hídrica por agrotóxicos no perímetro irrigado betume no baixo rio São Francisco**. Rev. Bras. Agric. Irrig., v. 9, n. 3, p. 158-170, 2015.

CARNEIRO, F.F. *et al.* **Dossiê ABRASO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**, vol. I., São Paulo: Expressão Popular, 2015.

EFSA - European Food Safety Authority. **Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of confirmatory data submitted for the active substance Copper (I), copper (II) variants namely copper hydroxide, copper oxychloride, tribasic copper sulfate, copper (I) oxide, Bordeaux mixture.** EFSA Journal, v. 11, n. 6, p. 3235, 2013.

FREITAS, A. D.; REGINO, J. E. B. **A legislação para a quantidade permitida de agrotóxicos na água: os casos do Brasil e da União Europeia**. Informe Econômico, v. 41, n. 2, p. 131-146, 2020.

GILSON, I. K. *et al.* **Agrotóxicos liberados nos anos de 2019-2020: Uma discussão sobre a uso e a classificação toxicológica.** Braz. J. Dev., v. 6, n. 7, p. 49468-49479, 2020.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Relatórios de Comercialização de Agrotóxicos.** 2021. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ISMAEL, L. L.; ROCHA, E. M. R. **Estimativa de contaminação de águas subterrâneas e superficiais por agrotóxicos em área Sucroalcooleira, Santa Rita/PB, Brasil.** Ciênc. Saúde Colet., v. 24, n. 12, p. 4665-4675, 2019.

MARQUES, J. G. DE C. *et al.* **Comparação entre índices de potencial de lixiviação para agrotóxicos utilizados na sub-bacia do Natuba, Vitória e Santo Antão-Pernambuco. Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, p. 58-67, 2019.

MENDES, C. R. A. *et al.* **Agrotóxicos: principais classificações utilizadas na agricultura brasileira - uma revisão de literatura.** Rev. Maestria, v.17, p. 95-107, 2019.

MONTAGNER, C. C. *et al.* **Ten years-snapshot of the occurrence of emerging contaminants in drinking, surface and ground waters and wastewaters from São Paulo State, Brazil.** J. Braz. Chem. Soc., v. 30, n. 3, p. 614–632, 2019.

NIH - National Library of Medicine. **PubChem**. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* **Índice GUS e GSI na avaliação da contaminação em águas subterrâneas por fungicidas da bataticultura**. In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, [S. l.]. **Anais...** 2017. https://doi.org/10.14295/ras.v0i0.28786

PALMA, D. C. A.; LOURENCETTI, C**. Agrotóxicos em água e alimentos: Risco à saúde humana. Rev. Uniara**, v. 14, n. 2, p. 7-21, 2011.

PIGNATI, W. A. *et al.* Distribuição Espacial do Uso de Agrotóxicos no Brasil: Uma Ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciênc. Saúde Colet.**, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

POZZETTI, V. C.; SANTOS, U. A. C. C.; MICHILES, M. P. **O direito humano à alimentação saudável: da revolução verde ao projeto de lei de proteção de cultivares (PI nº 827/2015)**. Relações Internacionais no Mundo Atual, v. 2, n. 23, p. 390, 2019.

PPDB - *Pesticide Properties Database*. **Banco de dados de propriedades de pesticidas.** 2020. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>. Acesso em: 22 nov. 2020.

RATCHAWANG, S., CHOTPANTARAT, S. **The leaching potential of pesticide in Song Phi Nong district, Suphan Buri province, Thailand.** Environ. Asia, v. 12, p. 112-120, 2019.

RIBEIRO, J. S. *et al.* **avaliação preliminar do risco de contaminação dos recursos hídricos por pesticidas utilizados no cultivo da soja em três municípios da região oeste do Pará.** In: Zuffo, A. M., Aguilera, J. G. (eds.) As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI. Atena Editora: Ponta Grossa, p. 10-18, 2019.

SABIK, H.; JEANNOT, R.; RONDEAU, B. **Multiresidue methods using solid-phase extraction techniques for monitoring priority pesticides, including triazines and degradation products, in ground and surface waters.** J. Chromatogr. A, v. 885, n. 1-2, p. 217-236, 2000.

SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JR., R. S. **Herbicidas: Comportamento no solo,** cap. 5. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (eds.) Tópicos em manejo de plantas daninhas. Editora UFV: Viçosa, p. 189-248, 2007.

SOARES, D. F.; FARIA, A. M.; ROSA, A. H. **Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil.** Eng. San. Ambient., v. 22, n. 2, p. 277-284, 2016.

SOARES, A. F. S.; SOUZA, L. P. S. **Contaminação das águas de abastecimento público por poluentes emergentes e o direito à saúde**. Revista de Direito Sanitário, v. 20, n. 2, p. 100-133, 2020. http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v20i2p100-133.

SOUSA, P. S.; GORRI, A. P. **Agrotóxicos no Brasil: uma visão relacional a partir da articulação Freire-CTS.** RBPEC, v. 19, p. 399–422, 2019.

CAPÍTULO 17

ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE CARBONO E SEUS EQUIVALENTES EM LAVOURAS CAFEEIRAS PRODUTIVAS DO IFSULDEMINAS - CAMPUS MUZAMBINHO: ESTUDO DE CASO NO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E CORRETIVOS

Data de aceite: 21/07/2021

Data de submissão: 07/07/2021

Letícia Aparecida da Silva Miguel
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho - Minas Gerais; http://lattes.cnpq.br/9682125712074949

Geraldo Gomes de Oliveira Júnior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho - Minas Gerais; http://lattes.cnpq.br/9496893511394203

Daniela Ferreira Cardoso
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho - Minas Gerais; http://lattes.cnpq.br/1621996607404669

Luciana Maria Vieira Lopes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho - Minas Gerais; http://lattes.cnpq.br/5810824240604347

Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho - Minas Gerais; http://lattes.cnpq.br/1805687336632729

Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho - Minas Gerais; http://lattes.cnpq.br/2146333328487914

RESUMO: Durante os processos produtivos, as atividades agrícolas, assim como as demais atividades econômicas, contribuem para a emissão de gases de efeito estufa (GEE). No entanto, ressalta-se que as atividades agrícolas também podem desempenhar um papel fundamental na redução das emissões de GEE e nos impactos de mudanças do clima. Portanto, para que seja possível apontar estratégias de redução e mitigação das emissões de GEE, é fundamental compreender o perfil das emissões, bem como realizar a quantificação de CO_2 e seus equivalentes. Deste modo, o presente estudo teve como objetivo estimar as emissões de carbono equivalente em lavouras cafeeiras produtivas do IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho, por meio de um estudo de caso do uso de fertilizantes nitrogenados e corretivos. O trabalho ocorreu por meio do levantamento do consumo de fertilizantes nitrogenados e calcários nos períodos agrícolas de 2017/2018 a 2020/2021. Para realização dos cálculos da emissão de oxido nitroso (N_2O), utilizaram-se os fatores de emissão do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Os valores obtidos foram convertidos em carbono equivalente (CO_2 eq) a partir da multiplicação dos resultados pelo potencial de aquecimento global (PAG). Os resultados mostraram uma emissão média anual de 1420,9 Kg CO_2 eq ha^{-1} para o talhão E1 e 1284,4 Kg CO_2 eq ha^{-1} para o talhão E2 pelo uso dos fertilizantes nitrogenados ao longo do período analisado. A maior pegada do carbono pelo uso dos fertilizantes nitrogenados ocorreu no ano agrícola 2018/2019, com 167,06 Kg CO_2 eq sc^{-1} para o talhão E1 e 72,40 Kg CO_2 eq sc^{-1}

para o talhão E2. A emissão média anual de GEE pelo uso de calcário foi de 1627,95 Kg CO_2 eq ha^{-1}, tanto para o talhão E1, quanto para o talhão E2.
PALAVRAS - CHAVE: Cafeicultura; GEE; Quantificação.

ESTIMATION OF EQUIVALENT CARBON EMISSION IN PRODUCTIVE COFFEE CROPS OF IFSULDEMINAS - CAMPUS MUZAMBINHO: CASE STUDY IN THE USE OF NITROGENATED AND CORRECTIVE FERTILIZERS

ABSTRACT: During the production processes, agricultural activities, as well as other economic activities contribute to the emission of greenhouse gases (GHG). However, it is emphasized that agricultural activities can also play a key role in reducing GHG emissions and the impacts of climate change. Therefore, in order to be able to point out strategies for reducing and mitigating GHG emissions, it is essential to understand the profile of emissions, as well as to perform the quantification of CO_2 and its equivalents. Thus, the present study aimed to estimate the carbon equivalent emissions in productive coffee crops of IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho, through a case study of the use of nitrogen fertilizers and correctives. The work took place by surveying the consumption of nitrogen and lime fertilizers in the agricultural periods from 2017/2018 to 2020/2021. For the calculation of nitrous oxide (N_2O) emission, the emission factors of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) were used. The values obtained were converted into carbon equivalent (CO_2 eq) from the multiplication of the results by the global warming potential (PAG). The results showed an average annual emission of 1420.9 Kg CO_2 eq ha^{-1} for field E1 and 1284.4 Kg CO_2 eq ha^{-1} for field E2 through the use of nitrogen fertilizers over the analyzed period. The largest carbon footprint due to the use of nitrogen fertilizers occurred in the 2018/2019 agricultural year, with 167.06 Kg CO_2 eq sc^{-1} for field E1 and 72.40 Kg CO_2 eq sc^{-1} for field E2. The average annual GHG emission from the use of limestone was 1627.95 Kg CO_2 eq ha-1, both for field E1 and for field E2.
KEYWORDS: Coffee; GHG; Quantification.

1 | INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas são fundamentais para a economia brasileira. Segundo Casques et al (2012), o Brasil está entre os países do mundo que apresenta maior taxa de crescimento da produtividade em atividades agropecuárias. Dentre estas atividades, destaca-se a cafeicultura que se apresenta como sendo uma das principais atividades agrícolas do país, colocando o Brasil como maior produtor e o segundo maior consumidor deste valioso produto.

No entanto, durante os processos produtivos, estas atividades também podem contribuir para a emissão de gases de efeito estufa (BELIZARIO, 2013; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2015). Gases de efeito estufa (GEE) são constituintes gasosos da atmosfera, podendo ter como origem fontes naturais ou antropogênicas (IPCC, 2007).

Os principais GEE relacionados às atividades agrícolas são o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). De acordo com Nobrega (2005), atividades de

aplicação de calcário contribuem para a emissão de CO_2. Outra atividade que contribui para a emissão de GEE é a utilização dos fertilizantes nitrogenados, que tem como resultado principal a emissão de N_2O, após reações do fertilizante no solo nas etapas de nitrificação e desnitrificação (CERRI, 2013).

No entanto, ressalta-se que as atividades agrícolas também podem desempenhar um papel fundamental na redução das emissões de GEE e nos impactos de mudanças do clima, especialmente pelo seu potencial de sequestro e fixação de carbono, bem como a possibilidade da adoção de práticas de manejo sustentáveis e ecoeficientes. Neste sentido, para que seja possível apontar estratégias de redução e mitigação das emissões de GEE, é fundamental compreender o perfil das emissões, bem como realizar a quantificação de CO_2 e seus equivalentes.

O dióxido de carbono equivalente (CO_2 eq) constitui uma métrica utilizada para equalizar as emissões de vários GEE com base no potencial de aquecimento global (GWP) de cada gás, tendo como unidade de referência o dióxido de carbono (GHG PROTOCOL AGRICULTURA, 2015; OLIVEIRA JÚNIOR, et al, 2020).

Deste modo, o presente estudo teve como objetivo estimar as emissões de carbono equivalente em lavouras cafeeiras produtivas do IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho, por meio de um estudo de caso do uso de fertilizantes nitrogenados e corretivos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo de caso foi desenvolvido no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) Campus Muzambinho - MG. Inicialmente foi realizado o levantamento do consumo de fertilizantes nitrogenados sintéticos e corretivos (Calcário) utilizados nos talhões conhecidos como E1 e E2, entre os períodos agrícolas 2017/2018 a 2020/2021.

O talhão E1 possui uma área total de 1,1 ha, em espaçamento 3,8 x 1,0m com 2895 plantas e o talhão E2, área total de 0,37 ha, espaçamento 3,8 x 1,0m com 975 plantas. Os dois talhões são cultivados com a variedade Catuaí Vermelho 144. A produtividade em saca por hectare de ambos os talhões ao longo do período de estudo está descrita na tabela 1.

	Talhões	
	E1	E2
Período Agrícola	Produtividade em Sacas ha^{-1}	
2017/2018	30,54	39,24
2018/2019	9,70	12,32
2019/2020	40,90	87,56
2020/2021	*	*

*Colheita e beneficiamento safra 2020/2021 não concluídos no momento da submissão do trabalho.

Tabela 1 - Produtividade dos talhões objeto do estudo de caso em sacas por hectare

Para a realização dos cálculos, foram levantados o consumo dos fertilizantes nitrogenados sintéticos nas adubações do café em quilogramas (kg) e o consumo de calcário para correção do solo em quilogramas (kg) para o período agrícolas de 2017/2018 a 2020/2021.

Fertilizantes nitrogenados

As fontes de nitrogênio utilizadas foram de produtos formulados (N-P-K) conforme Tabela 2.

	Período Agrícola			
Talhão	2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
E1	30-00-10	30-00-10 02-18-00 21-00-00 30-00-20	02-18-00 30-00-10	02-18-00 21-00-00
E2	30-00-10	30-00-10 02-18-00 30-00-20 25-00-25 21-00-21	02-18-00 30-00-10	02-18-00 21-00-00 30-00-10

Tabela 2- Fertilizantes Sintéticos utilizados como fonte de Nitrogênio

A estimativa das emissões de N_2O e CO_2 eq no consumo de adubos nitrogenados foi realizada convertendo-se a quantidade de N para kg de N_2O-N a partir do fator de emissão (FE) direta de 0,01 (IPCC, 2006) e ajuste molecular 44/28. Em seguida, os resultados obtidos foram multiplicados pelo potencial de aquecimento global do N_2O para conversão em CO_2 eq, por meio da seguinte expressão:

$$Kg\ CO_{2eq} = N \times FE \times \frac{44}{28} \times PAG_{N2O}$$

Onde:

N - Quantidade total de nitrogênio em Kg ha ano $^{-1}$;

FE - Fator de emissão do nitrogênio 0,01 Kg N_2O - N/Kg N (IPCC, 2006);

44/28 - Razão da conversão de N para N_2O peso molecular (IPCC, 2006);

PAG - Potencial de aquecimento global (265) do N_2O (MYHRE et al., 2013).

Corretivo (Calcário)

As emissões de CO_{2eq} no consumo de calcário foram determinadas, a partir da quantidade de calcário (kg) dolomítico utilizada, sendo convertida para kg de carbono (C), usando o fator 0,13. A conversão para CO_2 equivalente ocorreu por meio do ajuste molecular 44/12, obtido pela seguinte expressão:

$$Kg\ CO_{2eq} = Calcário \times FE \times \frac{44}{12}$$

Onde:

Cal - Quantidade total de calcário em Kg ha ano $^{-1}$;

FE - Fator de emissão do calcário 0,13 Kg CO_2 (IPCC, 2006);

44/12 - Razão da conversão de C para CO_2 peso molecular (IPCC, 2006);

Após obter a quantidade total de Kg CO_2 eq ha^{-1} tanto para fertilizante nitrogenado quanto para calcário, determinou-se a pegada do carbono em Kg CO_2 eq sc^{-1} dividindo-se a quantidade total pela produtividade em saca por hectare. Aos resultados finais obtidos foi aplicada a estatística descritiva, determinando-se a medida de posição média aritmética e amplitude dos maiores e menores valores.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da estimativa total da emissão de Kg CO_2 eq ha^{-1} decorrentes das adubações nitrogenadas com fertilizantes sintéticos nos períodos agrícolas de 2017/2018 a 2020/2021 estão apresentados na tabela 3.

	Talhão - E1			**Talhão - E2**		
Período Agrícola	Kg N ha^{-1}*	Kg CO_2 eq ha^{-1} (1)	Kg CO_2 eq sc^{-1} (2)	Kg N ha^{-1}*	Kg CO_2 eq ha^{-1} (1)	Kg CO_2 eq sc^{-1} (2)
2017/2018	552,7	2299,5	75,29	552,7	2299,5	58,60
2018/2019	389,5	1620,5	167,06	214,4	892,0	72,40
2019/2020	226,0	940,3	22,99	226,1	940,7	10,74
2020/2021	197,9	823,4	(3)	241,7	1005,6	(3)
Média	341,5	1420,9	-	308,7	1284,4	-
Total	1366,1	5683,7	-	1234,9	5137,8	-

Tabela 3 - Estimativa da emissão CO_2 eq ha^{-1} das adubações nitrogenadas com fertilizantes sintéticos nos anos agrícolas 2017/2018 e 2020/2021

*Quilogramas de nitrogênio aplicados por hectare; (1) Quilograma de carbono equivalente por hectare; (2) Quilogramas de CO_2 eq por saca de café; (3) Colheita e beneficiamento safra 2020/2021 não concluídos no momento da submissão.

Observou-se que o período agrícola de 2017/2018 foi aquele em que se estimaram as maiores emissões totais de CO_2 eq ha^{-1}, tanto para o talhão E1, quanto para o talhão E2. Já as menores emissões totais foram obtidas no período 2020/2021 para o talhão E1 e 2018/2019 para o talhão E2 (Tabela 3).

A pegada do carbono pelo uso dos fertilizantes nitrogenados em função da produtividade por hectare foi maior no ano agrícola 2018/2019, quando obteve-se o maior quantitativos de Kg CO_2 eq sc^{-1} com 167,06 Kg CO_2 eq sc^{-1} para o talhão E1 e 72,40 Kg CO_2 eq sc^{-1} para o talhão E2. Considerando que a colheita do período 2020/2021 ainda não foi realizada, não foi possível determinar a pegada para este período. Esta maior contribuição

do período agrícola 2018/2019 está relacionada à bienalidade do café, uma vez que neste período teve a menor produtividade de sacas por hectare. Oliveira Junior et al (2015), realizando estudo sobre a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), na cultura do cafeeiro, determinaram que o consumo de fertilizantes apresentou-se como sendo a maior fonte de emissão de CO_2 eq com 1.010 Kg CO_2 eq ha $^{-1}$, valores estes que se aproximam dos valores médios encontrados de 1420,9 e 1284,4 Kg CO_2 eq ha $^{-1}$ para os talhões E1 e E2 respectivamente.

Na tabela 4, constam os resultados da estimativa CO_2 eq ha^{-1} do uso de calcário nos anos agrícolas 2019/2020 e 2020/2021.

	Talhão - E1			Talhão - E2		
Período Agrícola	Kg C ha^{-1}*	Kg CO_2 eq ha$^{-1(1)}$	Kg CO_2 eq sc$^{-1(2)}$	Kg N ha^{-1}*	Kg CO_2 eq ha$^{-1(1)}$	Kg CO_2 eq sc$^{-1(2)}$
2019/2020	410,6	1502,8	36,74	410,6	1502,8	17,16
2020/2021	479,0	1753,1	(3)	479,0	1753,1	(3)
Média	444,8	1627,95	-	444,8	1627,95	
Total	889,6	3255,9	-	889,6	3255,9	-

Tabela 4 - Estimativa da emissão CO_2 eq ha^{-1} do uso de calcário nos anos agrícolas 2019/2020 e 2020/2021

*Quilogramas de carbono aplicados por hectare; (1) Quilograma de carbono equivalente por hectare; (2) Quilogramas de CO_2 eq por saca de café. (3) Colheita e beneficiamento safra 2020/2021 não realizados no momento da submissão.

Pode-se constatar que no período agrícola de 2019/2020 foi determinada uma pegada do carbono de 36,74 Kg CO_2 eq sc^{-1} para o talhão E1 e 17,16 Kg CO_2 eq sc^{-1} para o talhão E2 (Tabela 4). Estes valores foram maiores que os encontrados para os fertilizantes no período 2019/2020 (Tabela 3). No estudo de Oliveira Junior et al (2015), o uso de calcário constitui na segunda maior fonte de emissão por hectare divergindo dos resultados do presente estudo. Esta diferença pode estar relacionada à quantidade do corretivo aplicado, que é definida em função da realização da análise de solo.

Os resultados também demonstram que a estimativa das emissões totais do uso de calcário no período agrícola 2020/2021 foi maior que o período 2019/2020 para os dois talhões estudados. No entanto, não foi possível determinar a pegada do carbono em Kg CO_2 eq sc^{-1}, uma vez que a colheita e consequentemente o beneficiamento do cafeeiro ainda será realizada nos meses de maio a julho de 2021. De acordo com Anderson et al (2021), a compreensão do perfil das emissões de GEE torna-se de extrema importância para se refinar os dados para inventário de GEE, contribuindo para o desenvolvimento de

uma cafeicultura sustentável e de baixo impacto ambiental.

4 I CONCLUSÃO

Nas condições em que se conduziu o presente estudo, pode-se estimar uma emissão média anual de 1420,9 Kg CO_2 eq ha^{-1} para o talhão E1 e 1284,4 Kg CO_2 eq ha^{-1} para o talhão E2 pelo uso dos fertilizantes nitrogenados ao longo do período analisado.

A maior pegada do carbono pelo uso dos fertilizantes nitrogenados ocorreu no ano agrícola 2018/2019, com 167,06 Kg CO_2 eq sc^{-1} para o talhão E1 e 72,40 Kg CO_2 eq sc^{-1} para o talhão E2.

A emissão média anual de GEE pelo uso de calcário foi de 1627,95 Kg CO_2 eq ha^{-1}, tanto para o talhão E1, quanto para o talhão E2.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, B. R de. O**. Estimativa da Emissão de Carbono Equivalente a partir do uso de Fertilizantes Nitrogenados na Cafeicultura: Estudo de Caso.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, Muzambinho, 2020.

BELIZÁRIO, M. **Estoque de carbono no solo e fluxo de gases de efeito estufa no cultivo de café.** 2013. 143 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", São Paulo, 2013.

CERRI, C. C. et al. Como mitigar emissão de gases pela adubação na cafeicultura. **Visão agrícola** nº12, 2013.

GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; VALDES, C.; BACCHI, M. E. P. Produtividade da agricultura brasileira e os efeitos de algumas políticas. **Revista da Política Agrícola**, v. 21, n. 3, p. 1-10, 2012.

GHG PROTOCOL AGRICULTURA. **Metodologia GHG protocol para Agricultura**. São Paulo: Unicamp; WRI Brasil, 2014. Greenhouse Gas Protocol. Disponível em:https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/Metodologia.pdf. Acesso em 19 Mar. 2021.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. **Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assess-ment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A.(eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

MYHRE, G., SHINDELL, D.; BRÉON, F.-M.; COLLINS, W.; FUGLESTVEDT, J.; HUANG, J.; KOCH, D.; LAMARQUE, J.-F.; LEE, D.; MENDOZA, B.; NAKAJIMA, T.; ROBOCK, A.; STEPHENS, G.; TAKEMURA, T.; ZHANG, H. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: **The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

NÓBREGA, M. de S.; SALIMON, C. I.; WADT, P. G. S. Emissão de dióxido de carbono em resposta a calagem e adubação com lodo de curtume no cultivo do milho. In: **Seminário de iniciação científica**, 14., 2005, Rio Branco. **Anais.** Rio Branco: UFAC, 2005.

OLIVEIRA JUNIOR, G. G de.; SILVA, A. B da.; MANTOVANI, J. R.; MIRANDA, J. M.; FLORENTINO, L. A. Levantamento de Emissão de Gases de Efeito Estufa pela Metodologia do Carbono Equivalente na Cultura do Cafeeiro. **Coffee Sciene**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 412-419, 2015.

OLIVEIRA JUNIOR, G. G.; SILVA, A. B da.; LIMA, M. A de.; SILVA, J. C. T. R de.; FLORENTINO, L. A.; APARECIDO, L. E de. O. Estimativa da emissão de CO_2 equivalente em operações mecanizadas na cultura do cafeeiro. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR), v.13, n. 1, p.301-316, 2020.

CAPÍTULO 18

ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS NA ATIVIDADE RURAL EM UMA MICRO-BACIA HIDROGRÁFICA

Data de aceite: 21/07/2021

Myriam Angélica Dornelas
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Bambuí - IFMG Campus Bambuí

Anderson Alves Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Formiga - IFMG Campus Formiga

Luís Cláudio Davide
Universidade Federal de Lavras - UFLA

José Luiz Pereira de Rezende
Universidade Federal de Lavras - UFLA

RESUMO: O objetivo deste estudo foi identificar os principais limites e potencialidades sociais dos agricultores da microbacia dos Córregos São Pedro e Araras no município de Bambuí – MG. Para tanto foi realizado um estudo de caso exploratório e descritivo com coleta de dados por meio da aplicação de questionário semiestruturado a 70 produtores inseridos na microbacia. Obteve-se que as principais potencialidades sociais foram relativas às relações de confiança da comunidade e localização favorável. Na visão dos produtores os principais fatores limitantes, em relação aos sociais, ligados principalmente às condições das estradas e falta de apoio aos pequenos produtores (assistência técnica, informação sobre políticas públicas). Pode-se indicar algumas alternativas para revitalização de ordem social desta microbacia: as principais ações de cunho social que devem ser empenhadas são a respeito de conservação das estradas e informação aos produtores por meio da atuação de órgãos públicos. A principal alternativa socioeconômica sugerida é a associação dos produtores referente à cadeia produtiva a qual estão inseridos. Essa alternativa aproveita o capital social comunitário forte, presente na bacia.

PALAVRAS - CHAVE: produtores rurais, economia, sociedade.

SOCIOECONOMIC ASPECTS IN RURAL ACTIVITY IN A MICRO-WATERSHED

ABSTRACT: The aim of this study was to identify the main constraints and social potential of farmers of watershed streams Are Pedro and Macaws in the municipality of Bambuí-MG. For both was conducted a descriptive and exploratory case study with data collection through the application of semi-structured questionnaire to 70 producers inserted into the watershed. It was obtained that the main social potentials were relating to Community trusts and favorable location. In the vision of the producers are the main limiting factors, in relation to social, linked mainly to road conditions and lack of support to small producers (technical assistance, info on public policy). You can indicate some alternatives to revitalization of the social order of this watershed: the main social actions that must be committed are regarding conservation of roads and information to producers through the performance of public agencies. The main socioeconomic alternative suggested is the Association of producers regarding the production chain which are inserted.

This approach leverages the strong community social capital, present in the basin.
KEYWORDS: Rural producers, economy, society.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da sociedade moderna é garantir a utilização dos recursos naturais associada ao crescimento econômico de forma sustentável. Esse desafio é crescente à medida que se intensificam os impactos ambientais, a pobreza, a desigualdade social e a necessidade de segurança alimentar. Os governos, a sociedade civil, setor privado e outros atores devem atuar conjuntamente no intuito de enfrentar tais desafios e desenvolver estratégias apropriadas de combate a esses problemas. É importante que se crie condições que compatibilizem o desenvolvimento socioeconômico com vistas a uma exploração ambientalmente sustentável.

A partir da década de 1980 estabeleceram-se demandas formuladas pelos movimentos sociais brasileiros que organizaram-se em torno de questões urgentes, a princípio mais "urbanas", tais como moradia, educação, saúde, saneamento, etc.; esse fato foi chamado por Dagnino (1994) de "cidadania ampliada", que buscava o estabelecimento de canais de comunicação entre surgimento de novos sujeitos sociais e de direitos de naturezas diversas, concentrando seus esforços na ampliação dos espaços das políticas que se fizessem necessárias à melhoria das situações vividas por essas pessoas.

A participação, no entender de Avelar (2004), é entendida como a ação de indivíduos e, ou, grupos objetivando influenciar o processo político, e ela é a ação que se desenvolve em solidariedade com outros (nós da rede) no âmbito de estado ou classe, com o objetivo de modificar ou conservar seus valores [para aprofundamento no assunto ver Anderson (1998), Aquino (1988), Arendt (1995), Chauí (1994), Hegel (1975), Minogue (1998), Aranha e Martins (1993), e Dahl (2001), entre outros]. O intuito da rede é minorar os impactos, sejam quais forem. O presente trabalho tratará de uma análise dos impactos sociais, elencados pelos produtores rurais da microbacia hidrográfica dos Córregos São Pedro e Araras no município de Bambuí – MG.

REVISÃO DE LITERATURA

A dimensão social não se refere apenas à distribuição espacial, de gênero e etária de uma população, mas remete, de maneira especial, ao conjunto de relações sociais e econômicas que se estabelecem em qualquer sociedade e cuja fundamentação é tão variada quanto a religião, a ética e a própria cultura. De fato, são precisamente essas interrelações que fundamentam, em boa medida, o grau de acesso às diferentes formas do processo político regional e local (SEPÚLVEDA, 2005).

De acordo com Sepúlveda (2005) espera-se que na gestão dos aspectos sociais, perceba-se a agregação de atores do desenvolvimento atentando para, em primeiro lugar,

as diversas formas de organização e de participação nos processos de tomada de decisões e à organização dos diversos grupos de interesses, formados em torno das necessidades percebidas como sendo comuns. Em segundo lugar, ao tipo e força das interações criadas e, ou, existentes entre a sociedade civil e os governos locais e regionais, assim como em outras instâncias instituídas pelo setor público.

Em torno do desenvolvimento rural, deve-se ater ao apontamento de vantagens ou obstáculos geográficos de localização, estudando a montagem das "redes", das "convenções", em suma, das instituições que permitem ações cooperativas capazes de enriquecer o tecido social de certa localidade (NAZZARI, 2003). Entre duas ou mais comunidades com a mesma quantidade de recursos instrucionais (capital humano) e materiais (capital físico) o que as distingue é a existência de capital social, isto é, a existência de laços de confiança e reciprocidade estabelecidos, que tornarão possíveis a mobilização dos indivíduos para a ação coletiva (PASSADOR *et. al.*, 2005). Neste sentido, o conceito de capital social foi definido como

> o conjunto de recursos atuais ou potenciais que estão ligados à posse de uma rede durável de relações mais ou menos institucionalizadas de interconhecimento e de inter-reconhecimento ou, em outros termos, a vinculação a um grupo, como um conjunto de agentes que, não somente são dotados de propriedades comuns, mas também são unidos por ligações permanentes e úteis. Essas relações são irredutíveis a relações objetivas de proximidade no espaço físico (geográfico) ou no espaço econômico e social, porque são fundadas em trocas inseparavelmente materiais e simbólicas cuja instauração e perpetuação supõem o reconhecimento dessa proximidade (BORDIEU, 1980, p. 65, *apud* MATOS, 2002, p. 68).

De acordo com Peres (2003), mais importante que vantagens competitivas dadas por atributos naturais ou setoriais, é o fenômeno da proximidade social que permite uma forma de coordenação entre os atores capazes de valorizar o conjunto do ambiente em que atuam e, portanto, de convertê-lo em base para empreendimentos inovadores.

Nazzari (2006) reafirma esse entendimento quando menciona que o capital social é uma teia invisível que sustenta todas as relações sociais; e as crenças e valores culturais e técnicas vivenciadas e trocadas pelos produtores rurais, formam uma rede importante de cooperação. Para Sachs (2004) a produção de meios de subsistência depende da combinação de acesso a ativos requeridos para a produção de bens e serviços para autoconsumo; acesso ao treinamento e assistência técnica; acesso universal aos serviços públicos; e disponibilidade de tempo livre.

A construção de uma sociedade sustentável envolve a promoção de uma educação que estimule a transformação tanto ética quanto política dos indivíduos, bem como das instituições, promovendo mudanças que percorram o cotidiano individual e coletivo. De acordo com Sachs (2004) a educação é essencial para o desenvolvimento, contribuindo para a conscientização e compreensão dos direitos humanos, para a autoconfiança e estima. Os indicadores educacionais rurais do Brasil estão entre os piores da América

Latina, de acordo com a Comissão Econômica para a América Latina – CEPAL (2002). Por isso, a juventude rural se constitui em ator estratégico voltado para a formação de capital humano, necessário para elevar a competitividade da agricultura (SEPÚLVEDA, 2005).

Conforme Costabeber e Caporal (2003), a dimensão social representa precisamente um dos pilares básicos da sustentabilidade, uma vez que a preservação ambiental e a conservação dos recursos naturais somente adquirem significado e relevância quando o produto gerado nos agroecossistemas também possa ser equitativamente apropriado e usufruído pelos diversos segmentos da sociedade. Sob o ponto de vista temporal, esta noção de equidade ainda se relaciona com a perspectiva intrageracional e com a perspectiva intergeracional (SIMÓN FERNÁNDEZ; DOMINGUEZ GARCIA, 2001).

A sustentabilidade social está vinculada a um padrão estável de crescimento, equalizando a distribuição de renda com a redução das diferenças sociais, elevando a qualidade de vida do agricultor, de sua família e da comunidade local. Assim, é importante a participação das três esferas de governo em projetos sociais que possam contribuir com a permanência do agricultor em sua propriedade.

A dimensão social inclui, principalmente, a busca contínua de melhores níveis de qualidade de vida mediante a produção e o consumo de alimentos com qualidade e eliminação do uso de agrotóxicos na produção agrícola. Nesse caso, é a própria percepção de riscos da utilização de certas tecnologias sobre as condições sociais de agricultores que determina ou origina novas formas de relacionamento entre sociedade e meio ambiente, estabelecendo uma conexão entre a dimensão social e a ecológica, sem prejuízo da econômica (um novo modo de "cuidar da casa" ou de "administrar os recursos da casa") (COSTABEBER; CAPORAL, 2003).

Costabeber e Caporal (2003) completam ainda que, os saberes, os conhecimentos e os valores locais das populações rurais precisam ser analisados, compreendidos e utilizados como ponto de partida nos processos de desenvolvimento rural que, por sua vez, devem espelhar a "identidade cultural" das pessoas que vivem e trabalham em um dado agroecossistema.

A agricultura, nesse sentido, precisa ser entendida como atividade econômica e sociocultural realizada por sujeitos que se caracterizam por uma forma particular de relacionamento com o meio ambiente. Nesse contexto, o desenvolvimento rural sustentável deve ser concebido a partir das concepções culturais e políticas próprias dos grupos sociais, considerando-se suas relações com a sociedade maior, através de representações.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de abrangência do estudo está inserida na Bacia do Rio São Francisco, envolvendo a região do Alto São Francisco, especificamente na sub-bacia do Rio Ajudas. A microbacia dos Córregos São Pedro e Araras encontra-se completamente na área rural do

município de Bambuí – MG, totalizando 7.415 ha, apresentada na Figura 1.

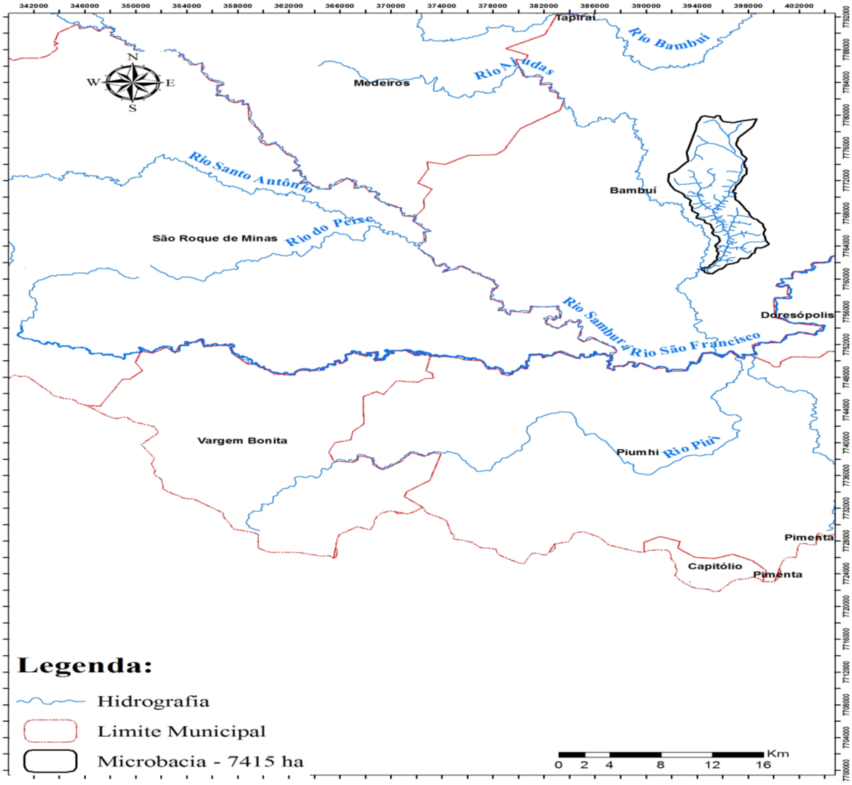


Figura 1 Hidrografia, limites municipais e a área de estudo

Fonte: Adaptado de Inventário da Flora Nativa de Minas Gerais (2004) e PMB (2007).

A primeira etapa do estudo consistiu em identificar os produtores rurais inseridos na área da microbacia estudada. Primeiramente, foi realizado um delineamento da área de drenagem e declividade do solo da microbacia, que possui 7.415 hectares. Cada propriedade foi georeferenciada com a marcação de um ponto de GPS (*Global Positioning System*) na localização da sede ou em algum ponto dentro da propriedade que não possuísse sede e cada produtor foi identificado por um número (de 1 a 70). Foi realizada a marcação de pontos contínuos das estradas ao redor da microbacia para geração da Figura 1.

Em seguida, buscou-se informações junto à EMATER e IMA municipais para identificar quem e quantos seriam estes produtores, sendo identificados 74. Destes, obteve-se 94,59% de respondentes (70), que são os sujeitos centrais desta pesquisa. Os procedimentos de coleta dos dados foram realizados por meio de dados primários e secundários. Os dados secundários foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica e permitiram a construção da respectiva revisão de literatura e caracterização da área de

estudo. O instrumento de coleta dos dados junto aos produtores rurais foi um questionário semiestruturado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perspectivas familiares e geração futura

A ideia de desenvolvimento sustentável está focada na necessidade de promover o desenvolvimento econômico satisfazendo os interesses da geração presente, sem, contudo, comprometer a geração futura (OECD, 1993). Por isso, buscou-se conhecer a escolaridade da geração representada pelos filhos dos produtores respondentes, se o estudo deles contribui na gestão do negócio, bem como as perspectivas familiares de continuidade dos filhos na atividade rural. Dos 70 produtores entrevistados, oito não tem filhos; dos 62 produtores restantes, possuem ao todo 163 filhos. O resultado sobre a escolaridade deles demonstrou que houve elevação com a mudança de geração, com muitos filhos cursando ou já tendo concluído o ensino superior e nenhum analfabeto, conforme vislumbrado na Tabela 1.

Itens discriminados	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Não estuda (bebê)	9	5,52
Analfabeto	0	0
Pré-primário	6	3,68
Primário	19	11,66
1º grau	28	17,18
2º grau	45	27,61
Ensino superior	50	30,67
Pós-graduação	6	3,68
Total	**163**	**100**

Tabela 1 Escolaridade dos filhos dos produtores rurais pesquisados

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

A escolaridade dos filhos, muito maior que a dos pais, pode ser explicada pela ampliação do acesso à escola dos anos 1990 em diante. O pequeno e médio produtor espera que os filhos deem continuidade ao empreendimento por já contribuírem na gestão do negócio. Os grandes produtores acreditam que talvez o filho continue e, ou que não continuará no negócio da família: os filhos não terão ou já não têm interesse em dar continuidade no segmento, pois atuam em outras áreas profissionais.

Neste sentido, os produtores da microbacia dos Córregos São Pedro e Araras enfrentam situações distintas com relação às perspectivas familiares e a geração futura: uma

diz respeito aos filhos continuarem à frente do negócio, onde os resultados demonstraram significativa ruptura da participação em relação ao gerenciamento do empreendimento rural; isto é, diferentemente dos pais, que assumiram a gestão do negócio agropecuário por vocação ou por falta de oportunidades, seus filhos não se sentem obrigados a dar essa contribuição. A outra relaciona-se à questão de, futuramente, os produtores encararem problemas relativos à sucessão do empreendimento rural, visto que a maioria dos filhos possivelmente não seguirá as atividades dos pais.

Alguns autores realizaram estudos específicos sobre a sucessão de empreendimentos rurais: Abramovay *et al.* (1998) estudou os novos padrões sucessórios pela juventude familiar e afirmaram que a profissão de agricultor perde o caráter 'moral' que já teve no passado; Ahlert (2009) abordou a sucessão das atividades na agricultura familiar; Brumer (2007) verificou a problemática dos jovens rurais na pós-modernidade; Mello *et al.* (2003) trataram sobre a sucessão hereditária e reprodução social da agricultura familiar; Siqueira (2004) identificou as perspectivas de inserção dos jovens rurais na unidade de produção familiar. Os estudos supra convergiram com os resultados obtidos nesta pesquisa, a qual percebeu que o meio rural enfrenta sérios problemas de sucessão familiar.

Utilização dos meios de comunicação e acesso à informação

Os principais meios de comunicação que os produtores usam é a televisão (24 respondentes) – destacando programas e canais referentes à atividade agrícola, tais como Canal Rural, Terra Viva, jornais e TV Escola.

Dentre os resultados apresentados, verificou-se que 57% dos produtores não possuem computador em casa, 29% têm computador, mas não usam por não saber, nunca ter tido curiosidade, dentre outros motivos. Somente 1% dos respondentes diz saber usar algum programa de computador, apesar de não possuírem o equipamento em casa, e 13% tem computador, sabem usá-lo e utilizam programas específicos para a gestão da atividade agropecuária.

Quanto ao uso de computador, apenas quatro dos 55 pequenos produtores usam algum programa específico para a atividade rural, enquanto 36 não têm o equipamento em casa. Entre os médios, quatro afirmaram ter o computador, mas não usam e três não possuem computador em casa. Três, dos seis grandes produtores, utilizam programas específicos para a gestão rural, dois tem computador, mas não sabem usá-lo e apenas um não tem.

É importante destacar que a tecnologia digital poderia ser empregada como uma ferramenta capaz de otimizar a produtividade rural, facilitar a comercialização dos produtos, favorecer o intercâmbio de experiências. Além disso, a inclusão digital permitiria a inserção do produtor em um contexto global, assegurando-lhe o reconhecimento e valorização enquanto ser social (BORGES, 2007; CASTELLS, 2003; FELICIANO et. al., 2004; FELICIANO et. al., 2007; JESUS et. al., 1996; PORCIÚNCULA, 2008; SANTOS,

2003; SILVA; VELA, 2002; SILVA JÚNIOR, 2001; VALE; SANTOS, 1998).

Situação da saúde

A maioria dos produtores rurais (67%) não possui planos de saúde; dentre os principais motivos, destacam-se o de não ter constatado problema clínico de saúde, ser oneroso, pela burocracia dos planos, e por usar o serviço público de saúde. Por outro lado, 23 respondentes (33%) possuem planos de saúde e essa porcentagem inclui cinco grandes produtores, quatro médios e 14 pequenos.

Quando questionados sobre a avaliação do serviço público de saúde, 23 deles avaliaram como bom, 22 como regular e 10 como ótimo, enquanto 9 avaliaram o serviço como péssimo e 6 não usaram por não morarem na cidade ou utilizarem apenas do serviço privado. Em relação à saúde familiar 19 produtores revelaram não ter nenhum problema de saúde na família e 51 informaram algum problema: hipertensão (30 produtores), diabetes (9), colesterol alto (6), problemas cardíacos (6) e coluna (6), doença de Chagas (5), entre outros.

Rodrigues (2007) argumenta que o agir da comunidade rural frente às questões da saúde e qualidade de vida constitui-se em cuidados relacionados aos hábitos de vida para a manutenção e, ou, melhorias nas condições de saúde, na associação dos conhecimentos popular e científico para o tratamento da doença e na participação social, através de ações de caráter coletivo, principalmente em grupos na comunidade.

Assistência técnica

Dos respondentes, 38 (36 pequenos produtores, um médio e um grande) afirmaram não receber nenhum tipo de assistência, e apenas 11 recebem algum tipo de apoio técnico. De acordo com Bianchini (2005) a maioria dos estabelecimentos familiares não tem acesso à assistência técnica e o Censo Agropecuário (IBGE, 2006) revelou que a orientação técnica chega a apenas 22% dos estabelecimentos, e é mais comum nos médios e grandes produtores.

Verificou-se, nesta pesquisa, que a assistência prestada por órgãos públicos <u>quando os produtores procuraram</u>, foi realizada a 9 produtores (oito pequenos e um médio). Os casos em que <u>o órgão procurou pelo produtor</u> englobaram apenas 3 (dois pequenos e um médio) produtores respondentes. Tais informações contrariam os dados do Censo Agropecuário de 2006 de que a orientação técnica de origem governamental atinge 43% dos estabelecimentos assistidos. Pelo fato de muitos produtores rurais entrevistados não receberem assistência técnica, a avaliação deste item foi negativa como pode ser visualizado na Figura 2.

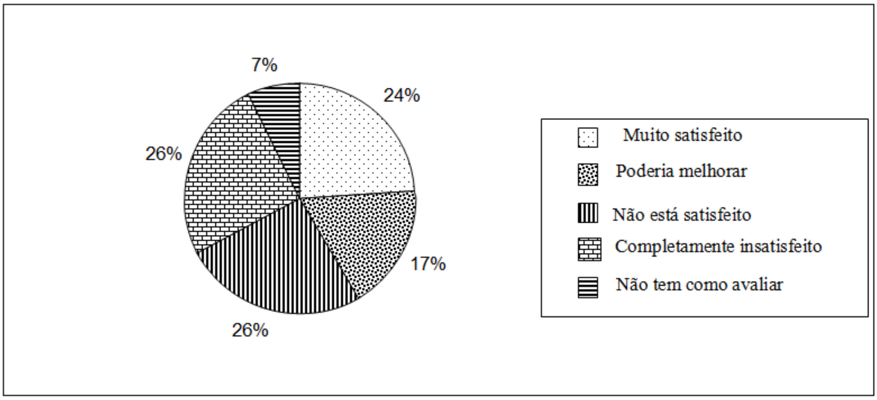


Figura 2. Avaliação dos produtores rurais sobre a assistência técnica recebida

Fonte: dados da pesquisa (2011)

Segundo os dados levantados nesta pesquisa, é pertinente afirmar que, de fato, não há assistência técnica à maioria dos produtores. Ressalta-se que a assistência prestada por órgãos públicos é relativamente baixa por atingir número reduzido de produtores; por outro lado, a assistência pela iniciativa privada é mais significativa e o detalhamento sobre a assistência recebida encontra-se relativa à comercialização dos produtos. Dessa forma os produtores encontram-se isolados tecnicamente e insatisfeitos; consequentemente, poderão vir a ter implicações diretas sobre a produtividade, lucratividade, capacidade de inovação, etc.

Participação do produtor em associação, sindicato ou órgãos de classe

Os órgãos de representação da categoria de produtores rurais são importantes para cuidarem dos direitos e obrigações legais, organização e aspirações coletivas e individuais dos seus representados. Existem diversas formas de representação nas diferentes esferas de governos, além de representação por meio de conselhos, associações, cooperativas. Tais instituições buscam reunir seus esforços para resolver problemas e gerar benefícios comuns aos participantes.

Assim, procurou-se diagnosticar a efetiva participação dos produtores rurais da microbacia estudada nos órgãos de representação da categoria. Detectou-se que 30 produtores participam de algum tipo de órgão, 14 não participam, mas têm interesse e 26 não participam e não se interessam em participar.

Destaca-se que 23 pequenos produtores não participam e também que não se interessam sobre a participação em nenhum órgão de representação. Dezenove pequenos produtores já participam, juntamente com 6 médios e 5 grandes produtores. Ressalta-se que 13 pequenos e um médio produtor não participam, mas gostariam de participar de uma instituição de representação.

As instituições citadas pelos produtores respondentes são: a Cooperativa de Crédito

do município (19 produtores) e Sindicato Rural (sete produtores) com um maior número de associados. Outras instituições citadas foram: cooperativas de café, de leite, COTAEMG, FAEMG, Federação Mineira de Apicultura, Clube Brasileiro de Apicultura e Associação Brasileira dos Exportadores de Mel, entre outras. Dentre as principais vantagens de participarem, destacam-se a melhoria da comercialização e compra de produtos, assistência técnica recebida, financiamentos, melhoria no processo de comunicação e informação entre os produtores.

Dos produtores que não participam de nenhuma associação, sindicato ou órgãos de classe, 14 disseram ter o interesse em participar para esclarecem dúvidas, discutir preço dos produtos, ficarem mais informados e criarem alternativas de melhoria de sua renda. Todavia, 26 deles não participam e nem têm interesse em participar de algum órgão de representação, alegando como principais motivos: os órgãos não fazem nada pelo produtor; já participaram e não gostaram ou gostaram das experiências anteriores decorrente de administrações mal sucedidas, falta de profissionalismo e falência de cooperativas; etc.

Para que ocorra o fortalecimento das associações, do sindicato rural ou de órgãos de classe e, consequentemente, o fortalecimento dos produtores rurais é importante que haja incentivo e estímulo a participação dos vinte por cento dos entrevistados que demonstraram serem potenciais participantes. Por último, destaca-se que foi relativamente baixa a participação dos produtores no Sindicato Rural do município.

Meios de transporte e situação das estradas

O carro, para 45 respondentes, é o principal meio de transporte usado, enquanto que 19 utilizam ônibus, 4 usam moto e 2 dependem de carona. Todos os produtores de médio e grande porte usam o carro e os pequenos dependem também de outros meios, dos quais 19 pequenos produtores usam somente o transporte público.

Os resultados sobre as condições das estradas e vias de acesso demonstraram que, para 27 entrevistados, elas são péssimas ou ruins, e para 21 são regular ou razoável, como pode ser visto na Figura 3. Os motivos elencados para resultados negativos dessa avaliação foram: muitos buracos, ausência de cascalhamento, descaso com as estradas vicinais, falta de apoio dos órgãos públicos municipais na manutenção e conservação.

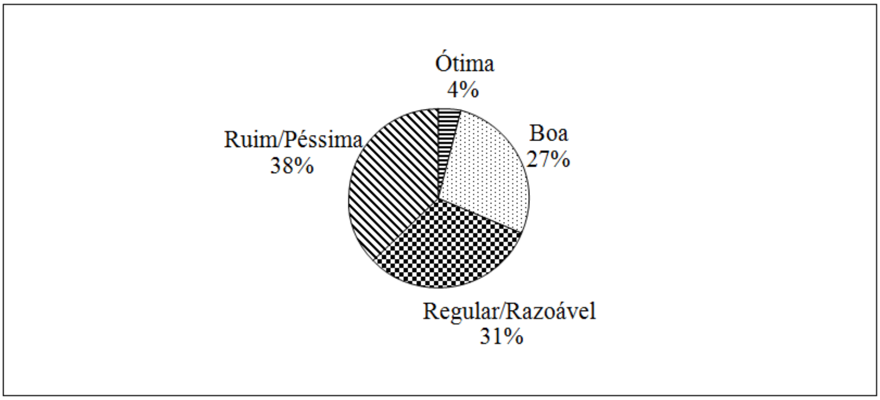


Figura 3 Avaliação das condições das estradas pelos produtores respondentes

Fonte: dados da pesquisa (2011)

Dos 19 produtores que avaliaram as estradas como boas e ótimas (3) informaram que a usina sucroalcooleira tem feito a manutenção periódica; caso contrário, estaria péssima. A avaliação como péssimas foi feita por 20 pequenos produtores e seis médios, e nenhum grande produtor avaliou como péssima.

Segurança

A segurança pública é uma ferramenta de proteção à liberdade, dignidade e direitos humanos e, principalmente, de promoção à qualidade de vida dos cidadãos. Assim, é importante ressaltar que ela se encontra no rol dos principais fatores a serem considerados na avaliação do bem-estar social. Por isso, os produtores rurais da microbacia estudada foram indagados como se sentiam em relação à sua segurança. A maioria de pequenos (32), médios (5) e grandes (4) produtores sentem-se seguros, ao passo que 23 pequenos, quatro médios e dois grandes não apresentaram essa opinião.

A maior parte dos produtores (41 deles) sente-se segura porque nunca tiveram nenhum tipo de problema e consideram a vizinhança boa, e, além disso, acreditam e confiam nas pessoas da região. Entretanto, 41% afirmaram não se sentir seguros, citando preocupação com a violência no mundo, devido ao que veem na televisão. De modo geral a segurança foi bem avaliada pela maioria dos produtores.

Relações de confiança e ética

Muitos estudos abordaram a importância das relações de confiança no contexto rural para mensurar o capital social. Relações familiares e de vizinhança, relações de amizade e relações profissionais podem constituir formas latentes de capital social e esse conjunto de normas informais é que promovem a cooperação entre dois ou mais indivíduos. Logo é da existência e do compartilhamento dessas normas que surge confiança e redes entre indivíduos (ABRAMOVAY, 2000; BOURDIEU, 1980; CASTILHOS, 2002; VILLELA, 2001).

A confiança do produtor rural em dezessete instituições de apoio foi levantada, demonstrando laços mais fortes pela ordem de importância, a família (90%), vizinhos (77,14%), EMATER (58,57%), universidades (57,14%), igreja (56,52%), IBAMA (38,57), IEF (32,56%) e ministério público (31,43%).

As instituições de apoio que os produtores confiam parcialmente foram empresas (65,22%), governo federal (51,43%), governo estadual (48,57%), mídia (48,57%), IEF (32, 86%), sindicato e associações (37,14%), sistema judiciário (34,29%) e polícia ambiental (34,29%). As instituições que mais geraram desconfiança foram o governo municipal com 47,14%, o sistema judiciário (27,14%), os sindicatos e associações (25,71%) e o ministério público (24,29%). A Figura 4 explicita melhor esses dados:

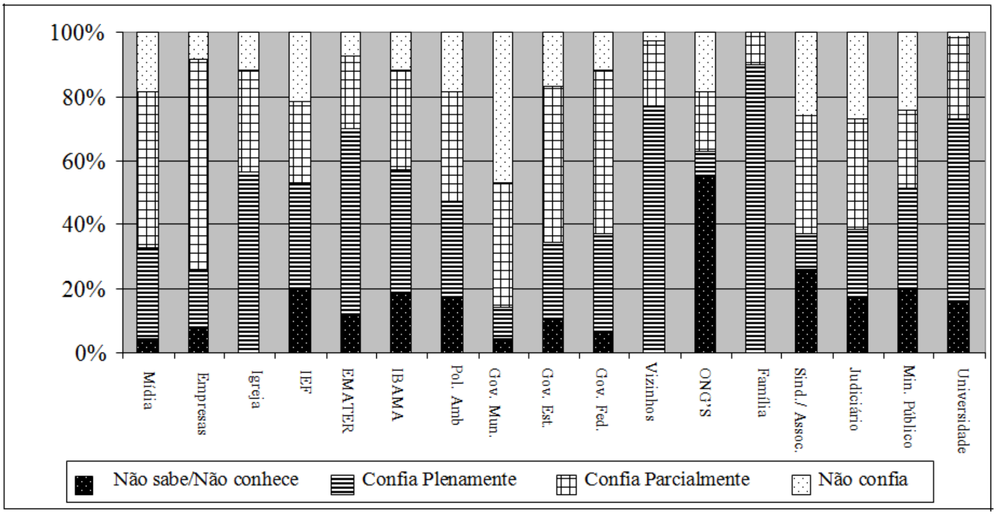


Figura 4 Confiança em algumas instituições de apoio aos produtores

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

As instituições de maior confiança para os produtores foram famílias e vizinhos, em 1º e 2º lugar, respectivamente. Em terceiro lugar, para os grandes foi a universidade, para os médios a EMATER, e a igreja para os pequenos. Em contrapartida, 20% dos pequenos produtores confiam menos no governo municipal (49%), sindicatos rurais e associações (25%), polícia ambiental, ministério público e sistema judiciário. Os médios produtores confiam menos no IEF e sistema judiciário, ambos com 55,56% das opiniões, seguido pelo governo municipal e ONGs com 44% e com 33% o governo estadual e ministério público. Por fim, as instituições que os grandes produtores mais desconfiam, dentre as 17 apresentadas, foram o sistema judiciário e ministério público, ambos com 50% das opiniões, empatadas também estão o governo municipal, os sindicatos e associações e a igreja com 33% de desconfiança.

Com relação à percepção dos produtores rurais sobre algum tipo de comportamento, ação ou conduta antiética na microbacia estudada, as opiniões foram balanceadas, sendo que 51,5% (36 produtores) disseram não ter percebido nenhuma situação de comportamento aético, enquanto que 48,5% (34 produtores) afirmaram ter percebido algum tipo de conduta que foi contra seus princípios éticos. Ao se pormenorizar, a maioria dos pequenos (30 produtores) não perceberam comportamentos antiéticos; ao contrário, a maioria dos médios (7) observou algum tipo de conduta antiética.

Dentre as principais ações consideradas antiéticas, 12 dos produtores destacaram unicamente os calotes de empresas compradoras de leite (desde má fé, má administração, falta de responsabilidade). Esses comportamentos foram em sua maioria, praticados por indivíduos que não residem na microbacia e que não fazem parte do relacionamento cotidiano dos moradores. Grande parte dessas ações foi de cunho comercial relativo à compra e venda dos produtos, e casos eventuais foram ligados a problemas interpessoais e também de ordem ambiental. Outras ações antiéticas pontuais foram mencionadas pelos produtores: roubo equipamentos das propriedades; discussão entre vizinhos por causa de cerca de divisa; lixo jogado na estrada; entre outros.

Lazer e tradição cultural

Para que o indivíduo tenha plena qualidade de vida, é fundamental a dedicação de parte de seu tempo a alguma atividade que lhe proporcione prazer, liberdade, sensação de bem-estar, que podem ser encontrados no lazer.

O principal lazer dos produtores da microbacia é assistir televisão, mencionado por 21,43% dos respondentes, assim como também foi considerado o principal meio de comunicação que utilizam para se informar diariamente. Passear na cidade e viajar, ambos com 12,86%, foi a principal atividade de distração e, nestes casos, a atividade é realizada por toda a família. Dez por cento disseram visitar a família e 8,57% atribuíram como uma forma de divertimento participar de pescarias, churrascos e futebol – atividade esta a mais realizada pelos homens, tanto para realização, quanto para visualização.

Alguns produtores (8,57%) disseram não ter nenhum tipo de lazer, pois vivem para o trabalho. E 5,71% afirmaram que o principal divertimento são as cavalgadas. Com 5,71% das respostas, outras atividades mencionadas foram: viajar para casa de familiares, nadar em açudes e fazer comida, ir à missa e a “terços e rezas” em casas de vizinhos, jogar cartas, dançar em bailes da terceira idade e ir às festas da região. É baixa a porcentagem de produtores rurais que acreditam não ter nenhum tipo de lazer, enquanto a maioria busca manter sua vida social por meio de uma diversidade de apropriações culturais do lazer.

Em se tratando de tradição cultural presente na microbacia, 64% dos produtores rurais entrevistados identificou algum tipo de tradição cultural: folia de Reis (27%), terços (Santos Reis e São Sebastião) com 23,7%, festa do Rosário (9%), festa junina da Escola Municipal Rural (9%). Outras tradições culturais nem sempre dentro da microbacia foram

mencionadas, tais como a Festa de São Sebastião (6,7%), Exposição Agropecuária (5,7%), cavalgadas (5,7%), congado (3,3%), festa de Santana (2,2%); e outras foram mencionadas em menor quantidade, com 1,1% foram a festa da Bandeira, fogueira de São João, leilões, dias de campo, missas em fazendas.

A maioria dos pequenos e médios produtores reconhece as tradições culturais presentes na microbacia sendo, respectivamente, 36 e sete produtores, e a maioria dos grandes – no caso quatro –, não reconhecem nenhuma tradição cultural presente na bacia.

Satisfação quanto ao acesso às condições sociais

Indagou-se aos produtores rurais da microbacia sobre suas opiniões gerais e específicas referentes às condições sociais que têm acesso e o que se obteve como resposta foi que 40% deles sentem-se mais ou menos satisfeitos. 39% sentem-se satisfeitos e 21% não se sentem satisfeitos com as condições sociais, conforme pode ser observado na Figura 5, abaixo.

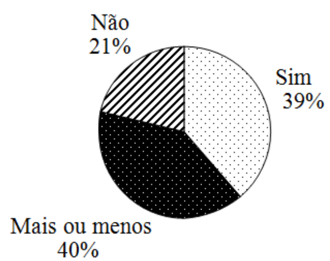


Figura 5 Satisfação dos produtores quanto ao acesso geral às condições sociais

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

Dentre os entrevistados que representaram 40% daqueles que se sentiam mais ou menos satisfeitos, 68,5% relatou que a situação das estradas é a que mais os incomodam e atrapalham, por gerar prejuízos diretos no deslocamento e escoamento da produção. Em segundo lugar destacam-se problemas referentes à educação de seus filhos com 12,2%, demonstrando apreensão sobre o transporte escolar e perspectivas de melhoria da escolaridade. Em terceiro lugar aparecem transtornos relativos à saúde (9,7%). Na quarta posição, com 7,2%, apontaram a dificuldade de acesso aos meios de comunicação, principalmente relativos aos sinais de recepção de telefonia móvel e internet, seguindo com 2,4% relacionando as problemáticas referentes a necessidades de melhorias em suas moradias.

Para os 21% de produtores (15 respondentes) totalmente insatisfeitos, as causas

giraram em torno da situação das estradas e da saúde, da educação dos filhos, e por problemas gerais (não há acesso aos serviços sociais na microbacia ou que têm de recorrer ao município em busca de solução para os problemas de ordem social).

A satisfação com as condições sociais relativas ao porte demonstra que os pequenos e médios estão mais satisfeitos. Dos pequenos 24 (43,64%) estão totalmente satisfeito e 22 (40%) mais ou menos e nove (16,36%) insatisfeitos; dos médios, quatro (44,44%) estão totalmente satisfeitos, dois (22,22%) mais ou menos e três (33,33%) insatisfeitos. A maioria dos grandes (50%) encontra-se insatisfeita, um satisfeito (16,67%) e dois (33,33%) totalmente satisfeitos.

CONCLUSÕES

O que Dagnino (1994) chamou de “cidadania ampliada” (moradia, educação, saúde, saneamento) é ponto de destaque nas respostas dos pesquisados. Para que se efetive a produção de meios de subsistência faz-se necessário o acesso a determinados ativos, importantes para a produção de bens e serviços para consumo. Assim, é fundamental que se atente tanto para a preservação ambiental, quanto para aspectos socioeconômicos no trato das propriedades rurais, mote desta pesquisa.

Para que se tenha a devida produtividade, é preciso contar com assistência técnica condizente, fomentada pela participação social em associações e, ou sindicatos, os quais foram entendidos como inexpressivos pelos respondentes. A maior escolaridade representou mais acesso à informação e, consequentemente maior grau de urgência sobre o acesso às condições sociais. Percebeu-se que os pequenos produtores são os mais satisfeitos em relação às condições sociais; possivelmente isso se dê pelo fato de eles terem menos expectativas em relação a ações governamentais e políticas.

Pontos destacados negativamente foram as condições das estradas vicinais, acesso à informação e saúde, denotando desleixo dos órgãos públicos específicos no atendimento a questões consideradas importantes aos produtores rurais, já que as estradas são os meios de acesso mais usado para que os proprietários possam e seus familiares possam ir à ao centro urbano, por motivos acadêmicos, de saúde e outros. Se se levar em conta apenas o tópico referente ao estudo, conforme mostrado pela CEPAL (2002), os indicadores educacionais rurais brasileiros estão entre os piores da América Latina; então, a boa manutenção das estradas deve ser considerada fundamental.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. et al. **Juventude e agricultura familiar**: desafios dos novos padrões sucessórios. Brasília: UNESCO, 1998.

AHLERT, L. A sucessão das atividades na agricultura familiar. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 47. 2009, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: SOBER, 2009. Disponível em: <http:// www.sober.org.br/ palestra/13/709.pdf>. Acesso em: 22 set. 2011.

AVELAR, L. **Participação Política**. In AVELAR, L. e CINTRA, O. A.(eds.): Sistema político brasileiro: uma introdução. Rio de Janeiro: Fundação Adenauer-Konrad-Stiftung. 2004.

BOURDIEU, P. Le capital social: notes provisoires. **Actes de la Recherche en Sciences Sociales**, Paris, v. 31, n. 1, p. 2-3, 1980. Disponível em: <http://www. persee.fr/article AsPDF/ arss_03355322_1980_num_31_1_2069/article_arss_ 0335-5322_1980_num_31_1 _2069.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2011.

BORGES, W. J. Tecnologia e inclusão social. **Estudos**, Goiânia, v. 34, n. 7/8, p. 589-602, jul./ago. 2007.

BRUMER, A. A problemática dos jovens rurais na pós-modernidade. In: Carneiro, M. J.; Castro, E. G. (Org.). **Juventude rural em perspectiva**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2007. 311 p.

CASTELLS, M. **A Sociedade em rede**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

CASTILHOS, D. S. B. **Capital social e políticas públicas**: um estudo da linha infraestrutura e serviços aos municípios do PRONAF. 2002.172 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA – CEPAL. **Indicadores rurais na América Latina.** 2002. Disponível: <www.cepal.org.br>. Acesso em: 30 jan. 2010.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. “Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável”. In: VELA, H. (Org.). **Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável no Mercosul**. Santa Maria: UFSM, Pallotti, 2003. p.157-194.

DAGNINO, E. (Org.). Os Anos 90: Política e Sociedade No Brasil. Editora Brasiliense. 172 p. 1994.

FELICIANO, A. M. et al. **Impacto da tecnologia de informação (TI) sobre o processo decisório do agricultor familiar**. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2004.

FELICIANO, A. M. et al. **Inclusão digital em comunidades rurais**. Florianópolis: Epagri, 2007. 130 p. Projeto Beija-Flor, internet no campo.

JESUS, J. C. S. et al. **Considerações estratégicas sobre o processo de informatização das empresas/ propriedades rurais**. 1996. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/ trabalhos/ag95/ doc30.htm>. Acesso em: 23 jun. 2011.

MATOS, A. G. **Capital social e autonomia**. 2002. Disponível em: <www.nead. gov.br/ index.php?acao= artigo&id =1>. Acesso em: 23 mar. 2010.

MELLO, M. A. et al. **Sucessão hereditária e reprodução social da agricultura familiar**. São Paulo: Apic, 2003.

NAZZARI, R. K. **Juventude brasileira**: capital social, cultura e socialização política. Cascavel: Edunioste, 2006.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD core set of indicators for environmental performance reviews**. Paris, 1993. (OECD. Environmental Monographs, 83).

PASSADOR, J. L. et al. **Capital social e desenvolvimento rural sustentável:** uma abordagem sistêmica da verticalização da agricultura familiar. In: Simpósio de Engenharia da Produção, 12., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: [s. n.], 2005. 1 CD ROM.

PORCIÚNCULA, M. M. S. A inclusão de pequenos produtores rurais na cultura digital: novos saberes e fazeres de pequenos produtores rurais e os impactos na redução das desigualdades sociais. In: LA COMPUTADORA: UNA OPORTUNIDAD PARA LA DISCAPACIDAD, 1., 2008, Montevidéo. **Anales...** Montividéo: [s. n.], 2008. p. 65-72. Disponível em: <http://www.niee.ufrgs.br/ eventos/SICA/2008/pdf/C206%20Brasil.pdf>. Acesso em: 23 set. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BAMBUÍ. **História e características da cidade de Bambuí.** Bambuí: Tele centro e Biblioteca Pública Municipal João Apolinário de Oliveira, 2007.

SACHS, I. **Desenvolvimento**: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SANTOS, A. Q. **Inclusão social, inclusão digital e desenvolvimento local.** Brasília, 2003. (Texto de palestra apresentado em Seminário de Desenvolvimento Local).

SEPÚLVEDA, S. **Desenvolvimento microrregional sustentável**: métodos para planejamento local. Tradução de Dalton Guimarães. Brasília: IICA, 2005. 296 p.

SIQUEIRA, L. H. S. **As perspectivas de inserção dos jovens rurais na unidade de produção familiar**. 2004. 124 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SILVA, G. P.; VELA, H. A. G. Desenvolvimento e comunicação no meio rural: a dificuldade de se estabelecer relações dialógicas . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 25., 2002, Salvador. **Anais**... São Paulo: Intercom, 2002. 1 CD ROM.

SILVA JÚNIOR A. G. Impacto da Internet no agronegócio. **Economia Rural**, Viçosa, MG, v. 1, n. 12, p. 14-16, 2001.

SIMÓN FERNÁNDEZ, X.; DOMINGUEZ GARCIA, D. Desenvolvimento rural sustentável: uma perspectiva agroecológica. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 17-26, abr./jun. 2001.

VALE, S. M. L. R.; SANTOS, H. N. Considerações sobre o uso da informática a administração de empresas rurais. **Economia Rural**, Viçosa, MG, v. 9, n. 3, p. 23-25, 1998.

VILLELA, G. A. P. O **processo de construção de capital social e a influência da extensão rural**: estudo de caso do Projeto Área-Piloto do RS, envolvendo quatro municípios do Planalto Sul-Riograndense. 2001. 64 p. Monografia (Especialização em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CAPÍTULO 19

MÉTODOS UTILIZADOS PARA COLETA DE SERAPILHEIRA NO PARÁ: 40 ANOS DE PESQUISA CIENTÍFICA

Data de aceite: 21/07/2021
Data de submissão: 15/05/2021

Julia Isabella de Matos Rodrigues
Universidade Federal Rural da Amazônia, Estudante de graduação em Ciências Florestais, Laboratório de Manejo de Ecossistemas e Bacias Hidrográficas
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/8014030704078011

Walmer Bruno Rocha Martins
Universidade do Estado do Pará, Pós-Doutorando em Ciências Ambientais
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/4159864563302567

Myriam Suelen da Silva Wanzerley
Universidade Federal Rural da Amazônia, Estudante de graduação em Engenharia Ambiental, Laboratório de Manejo de Ecossistemas e Bacias Hidrográficas
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/3480227881715219

Tirza Teixeira Brito
Universidade Federal Rural da Amazônia, Estudante de graduação em Agronomia, Laboratório de Manejo de Ecossistemas e Bacias Hidrográficas
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/4957415343492240

Helio Brito dos Santos Junior
Universidade Federal Rural da Amazônia, Programa de pós-graduação em Ciências Florestais
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/5971681507879272

Felipe Cardoso de Menezes
Universidade Federal Rural da Amazônia, Programa de pós-graduação em ciências florestais
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/0009575827342608

Francisco de Assis Oliveira
Universidade Federal Rural da Amazônia, Laboratório de Produção de Plantas
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/4380083085706495

RESUMO: A importância de estudos sobre serapilheira, para o estado do Pará, dá-se, pois, a decomposição desse material é a principal via de entrada de nutrientes no solo, além de contribuir para a diminuição dos processos erosivos e melhoria das condições biológica, física e química do solo. Entretanto, para a comparação entre ecossistemas, é necessário haver padronização na metodologia utilizada nos estudos. Por isso, realizamos uma avaliação quali-quantitativa da produção científica sobre serapilheira publicada nos últimos 40 anos no estado do Pará, a fim de responder a seguinte questão: quais os padrões para coleta de serapilheira no estado do Pará? Com a hipótese de que se há inúmeras possibilidades para escolher formato e área do coletor, então não há uma padronização dos métodos de coleta. Portanto, o objetivo deste trabalho é identificar e definir padrões de amostragem de serapilheira. Observamos que a coleta do fluxo de serapilheira é a mais usual, e que a utilização de coletores quadrados é mais utilizada tanto no fluxo quanto

no estoque. A área dos coletores é de 1m² e 0,25m² para fluxo e estoque, respectivamente. Para fluxo, o tempo de experimento geralmente varia de 1 a 2 anos com coletas mensais. Enquanto no estoque, frequentemente apenas uma coleta é realizada em todo o experimento. No procedimento laboratorial, a serapilheira é triada, geralmente, em apenas uma fração. Sendo assim, constatamos que a escolha do método de coleta depende principalmente do objetivo do trabalho, disponibilidade de tempo e recurso econômico para a pesquisa.
PALAVRAS - CHAVE: Bilbiometria, Metanálise, Amazônia.

METHODS USED FOR COLLECTION OF LITTER IN PARÁ: 40 YEARS OF SCIENTIFIC RESEARCH

ABSTRACT: The importance of studies on litter, for the state of Pará, is given, therefore, the decomposition of this material is the main route of entry of nutrients in the soil, in addition to contributing to the reduction of erosive processes and improvement of biological, physical conditions and soil chemistry. However, for the comparison between ecosystems, it is necessary to have standardization in the methodology used in the studies. For this reason, we carried out a qualitative and quantitative assessment of the scientific production on litter published in the last 40 years in the state of Pará, in order to answer the following question: what are the standards for collection of litter in the state of Pará? With the hypothesis that if there are countless possibilities to choose the format and area of the collector, then there is no standardization of the collection methods. Therefore, the objective of this work is to identify and define litter sampling patterns. We observed that the collection of the litter flow is the most usual, and that the use of square collectors is more used both in the flow and in the stock. The area of the collectors is 1m² and 0.25m² for flow and stock, respectively. For flow, the experiment time usually varies from 1 to 2 years with monthly collections. While in stock, often only one collection is carried out throughout the experiment. In the laboratory procedure, the litter is screened, usually, in only a fraction. Therefore, we found that the choice of the collection method depends mainly on the objective of the work, availability of time and economic resource for the research.
KEYWORDS: Bilbiometry, Meta-analysis, Amazon.

1 I INTRODUÇÃO

A serapilheira constitui-se da camada de resíduos florestais depositada no solo, como folhas, galhos, frutos (KIMMINS, 1987) e contribui significativamente para a produtividade do ecossistema. Este material atua como uma matriz biogeoquímica, já que sua decomposição é responsável pelo retorno dos nutrientes ao solo, dando início à ciclagem de nutrientes ((ODUM; BARRETT, 1971; VIVANCO; AUSTIN, 2019). Também funciona como uma barreira natural contra a ação dos agentes intempéricos, diminuindo os riscos de erosão, e proporciona um ambiente ideal para a reprodução da fauna edáfica, auxiliando diretamente nas melhorias físico-químicas do solo (MARTINS et al., 2018b). Nesse sentido, a serapilheira também é utilizada como um indicador de restauração florestal (MARTINS et al., 2018a).

O estado do Pará é um dos estados brasileiros com os maiores índices de desmatamento (TUPIASSU; FADEL; GROS-DÉSORMEAUX, 2019) o que além de causar interrupção no ciclo biogeoquímico, intensifica os processos erosivos provocados pela diminuição de serapilheira no solo. Estudos sobre o tema, portanto, são necessários para avaliar as características do ecossistema. Para isso, pode-se utilizar dois métodos de coleta, sendo eles fluxo e/ou estoque de serapilheira. No fluxo, também chamado de produção ou deposição, a serapilheira é coletada em um período de tempo pré-estabelecido. Já no estoque (ou armazenamento), é coletada a serapilheira armazenada no solo. Em ambas metodologias, utiliza-se um coletor com dimensões conhecidas, faz-se a triagem do material em frações (galhos, folhas e material reprodutivo, por exemplo), leva-se para estufa a aproximadamente 65º C durante 48h, até atingir peso constante, e posteriormente, pesa-se em balança analítica de precisão (SCORIZA et al., 2012).

Entretanto, a escolha do método adequado é um dos principais impasses para execução da pesquisa e a comparação entre ecossistemas, tendo em vista a despadronização existente na metodologia, como formato e dimensão dos coletores, tempo de experimento e quantidade de frações que a serapilheira deve ser triada, por exemplo. Nesse cenário, percebe-se a necessidade estabelecer padrões nos métodos existentes. Isso pode ser realizado por meio da bibliometria, a qual é uma técnica utilizada no mundo todo para estabelecer padrões e tendências na produção científica (ZHANG et al., 2014).

Nesse sentido, fizemos uma avaliação quali-quantitativa da produção científica sobre serapilheira publicada nos últimos 40 anos (1990-2019) no estado do Pará, a fim de responder a seguinte questão científica: existem padrões para coleta de serapilheira no estado do Pará? Com a hipótese de que se há uma infinidade de possibilidades para escolher formato e área do coletor, então não há uma padronização dos métodos de coleta. O objetivo desse trabalho, portanto, é identificar e definir padrões nos métodos de coleta de serapilheira mais utilizados no estado, tais quais área e formato dos coletores, quantidade de frações em que serapilheira é triada, frequência de coleta e tempo de experimento.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta de Dados

Realizamos uma revisão quali-quantitativa da literatura em artigos científicos publicados de janeiro de 1980 a dezembro de 2019 no Pará. Para otimizar as buscas, utilizamos as seguintes palavras-chave: “litter”, “litterfall”, “Pará”, “liteira”, “serapilheira”, “serrapilheira”. As pesquisas foram feitas em 6 bases de dados: 1) “Wiley Onlie Library (https://onlinelibrary.wiley.com/)”; 2) “Google Scholar (https://scholar.google.com.br/?hl=pt)”; 3) “ScienceDirect (https://www.sciencedirect.com/)”; 4) “Springer Link (https://link.springer.com/)”; 5) “SciElo (https://scielo.org/)” e 6) “JSTOR (https://www.jstor.org/). Revisamos apenas artigos de pesquisa realizados em campo sobre fluxo e/ou estoque de serapilheira

no Pará, excluindo as revisões de literatura. Filtramos as seguintes informações: a) Método de coleta utilizado; b) formato dos coletores; c) dimensão dos coletores; d) frequência de coleta; e) tempo de experimento e f) quantidade de frações em que a serapilheira foi triada no estudo.

2.2 Análise de Dados

Os dados retirados do artigo foram organizados em uma planilha do Microsoft Excel e para elaboração gráfica, utilizamos o software estatístico R versão 4.0.2.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Distribuição da Publicação por Método de Coleta

A maioria dos trabalhos (82,35%) sobre serapilheira no Pará utilizam o método do fluxo de serapilheira, enquanto a minoria (17,65%) quantifica o estoque desse material. No fluxo é possível estimar a produção de serapilheira em determinado período, impedindo a perda do material e possibilitando a saída da água das chuvas (GOMES et al., 2010). No estoque, é possível analisar a decomposição da matéria orgânica e o fornecimento de nutrientes (NASCIMENTO et al., 2018) no sistema solo-planta.

Pesquisas científicas que quantificam as duas variáveis são importantes, principalmente para o Pará, haja vista a intensa degradação ambiental e a necessidade de recompor as características estruturais da vegetação, que pode ser monitorada por meio da serapilheira. Porém não encontramos trabalhos que aplicam os dois métodos simultaneamente, provavelmente pelo aumento dos custos para execução da pesquisa. O predomínio das publicações que quantificam o fluxo é justificado pela maior precisão dos dados obtidos, devido à coleta mensal da serapilheira.

3.2 Formato e Área dos Coletores

No Pará, quatro tipos de coletores são utilizados para desenvolver as metodologias da coleta de serapilheira, sendo três para quantificar o fluxo e um para estoque (Fig. 1). O coletor quadrado é o mais utilizado em ambas metodologias de coleta de serapilheira, ocorrendo em 89,29% e 100% das pesquisas sobre fluxo e estoque de serapilheira, respectivamente. No fluxo, outros formatos, como retangular e circular, também são empregados na execução da pesquisa, apesar de que em menores quantidades (Tabela 1).

Formato	Número de estudos	
	Produção	Estoque
Quadrado	25	6
Retangular	1	---
Circular	2	---

Tabela 1. Formato de coletor utilizado nos artigos científicos desenvolvidos no Pará, nos últimos 40 anos, e o respectivo número de estudos para cada método.

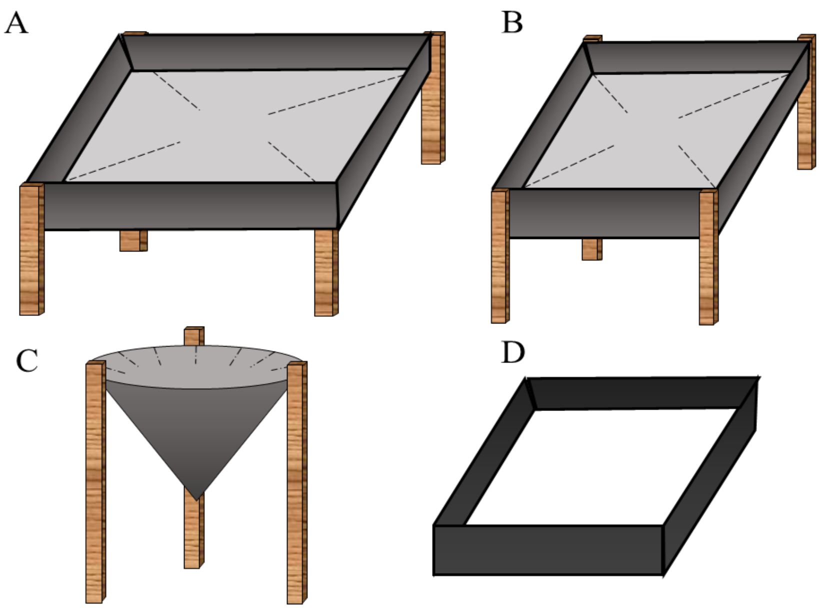


Figura 1. Formato de coletores utilizados para coleta de fluxo (A, B e C) e estoque de serapilheira (D) no estado do Pará no período de 1980 a 2020.

A área dos coletores do fluxo varia de 0,15 m^2 a 1,5 m^2, sendo que a mais utilizada nos estudos é a de 1 m^2 (15 trabalhos) e as dimensões 0,15 m^2, 0,625 m^2, 0,9 m^2 e 1,5 m^2 são pouco usuais, apresentando o equivalente a 1 trabalho para cada uma dessas dimensões. No estoque a variabilidade nas dimensões dos coletores é menor (0,05m^2 a 0,4m^2) e a maioria dos trabalhos (66,67%) utiliza o coletor de 0,25m^2 (Tabela 2).

Área do coletor (m²)	Número de estudos	
	Produção	Estoque
0,05	---	1
0,15	1	---
0,25	5	4
0,4	---	1
0,5	4	---
0,625	1	---
0,9	1	
1	15	---
1,5	1	---
Não informado	1	---

Tabela 2. Área dos coletores (m²) utilizados nos trabalhos publicados em periódicos realizados no Pará, nos últimos 40 anos.

Não há um padrão referente à área e ao formato dos coletores nos estudos de serapilheira, porém, sabe-se que a predefinição destes é necessária, visto que a quantificação de massa de serapilheira por hectare, dá-se por uma equação em que a área do coletor é uma das variáveis (SCORIZA et al., 2012)compreendendo a camada mais superficial do solo em ambientes florestais, composta por folhas, ramos, órgãos reprodutivos e detritos (Costa et al., 2010. Nesse sentido, a escolha dos coletores, bem como as dimensões, fica a critério do pesquisador (SCORIZA et al., 2012), por isso a variabilidade é muito alta.

3.3 Frequência de Coleta e Tempo de Experimento

Devido à baixa quantidade de estudos sobre estoque de serapilheira no Pará, não conseguimos definir padrões bem definidos sobre a frequência de coleta para este método, porém observamos que a maioria (40%) dos trabalhos que abordam esse tema realizam apenas uma coleta durante todo o experimento. Para o fluxo, constatamos que geralmente as coletas são realizadas a cada 15 ou 30 dias, sendo utilizados em 30,77% e 42,31% trabalhos, respectivamente. Períodos de tempo maiores do que 30 dias são pouco usuais nestes estudos. Para fluxo, a duração de experimento geralmente é de 1 a 2 anos, enquanto que para estoque o padrão não é bem definido (Tabela 3).

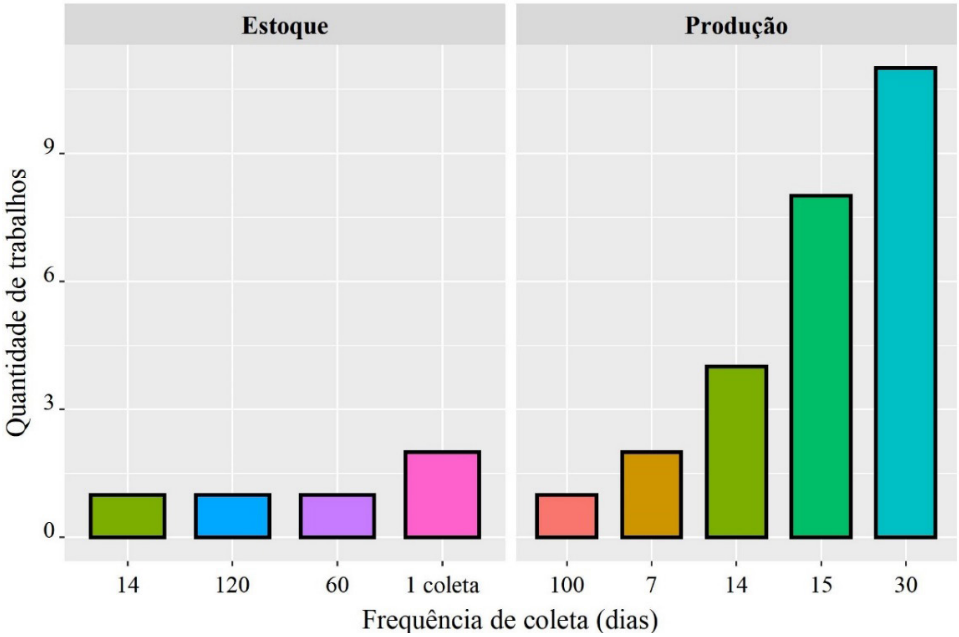


Figura 2. Frequência, em dias, de coleta de serapilheira nos trabalhos publicados em periódicos, realizados no Pará, nos últimos 40 anos.

Método	Tempo (anos)	Quantidade de trabalhos (%)
Fluxo	1 a 2	78,57
	3 a 5	10,71
	> 6	10,71
Estoque	< 1	33,33
	1	33,33
	2	33,33

Tabela 3. Tempo de coleta de serapilheira e a respectiva quantidade de trabalhos para cada método utilizado no Pará, nos últimos 40 anos.

Visto a importância da serapilheira, nota-se a diversidade dos métodos de amostragem e análise desse material, relacionada tanto à sua produção e acúmulo na superfície do solo quanto ao quanto aos seus componentes químicos e anatômicos (SCORIZA et al., 2012). Enquanto a escolha do formato e área do coletor utilizado varia de acordo com a escolha do pesquisador, o tempo de experimento geralmente é influenciado pela disponibilidade de recurso financeiro para execução da pesquisa, pois em alguns casos, é necessário o deslocamento de uma cidade para outra, além dos gastos com os materiais utilizados durante a coleta. Além disso, o tempo do experimento varia de acordo

com as necessidades do pesquisador, já que na maioria das vezes, o estudo é oriundo de atividades acadêmicas como programas de iniciação científica, mestrado e doutorado, por exemplo, os quais possuem um prazo limite para entrega de resultados.

3.4 Quantidade de Frações

Após coleta em campo, a maioria dos trabalhos faz a triagem de serapilheira em uma (10 artigos) ou três (7 artigos) frações. Poucos trabalhos fazem a triagem em 5 ou mais frações.

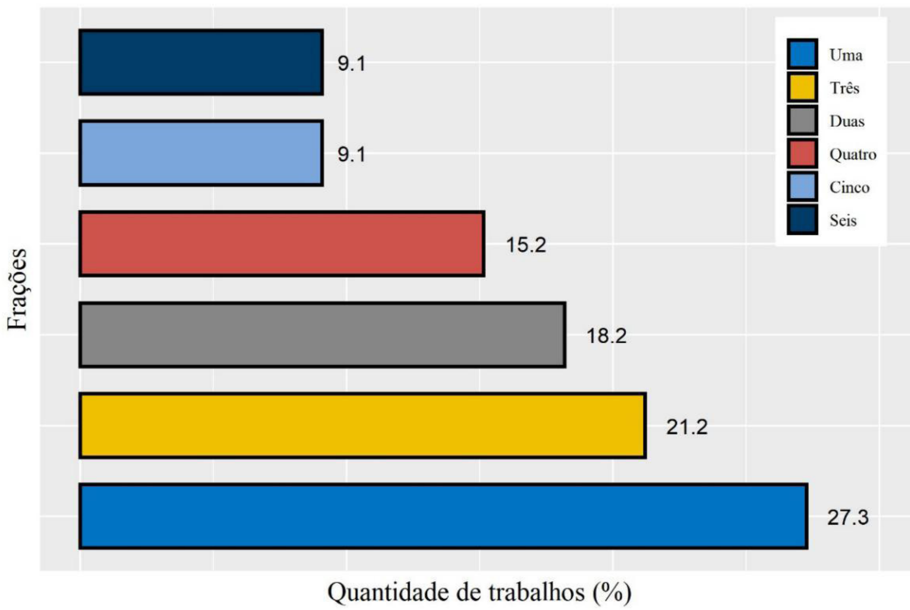


Figura 3. Quantidade de frações em que a serapilheira é triada após coleta em campo no estado do Pará, nos últimos 40 anos.

A velocidade da decomposição e, consequentemente, disponibilização dos nutrientes para o solo, varia de acordo com a fração da serapilheira (VIERA et al., 2010). A fração folhas, geralmente representa mais de 60% da serapilheira, e decompõem-se com maior facilidade, contribuindo para a ciclagem de nutrientes mais rapidamente (SILVA et al., 2018). As demais frações possuem elevado conteúdo de nutrientes, porém, geralmente possuem maior teor de lignina e carbono, dificultando a decomposição, e por esse motivo contribuem para o ciclo de nutrientes a longo prazo (CATTANIO; KUEHNE; VLEK, 2008). Nesse cenário, destaca-se a importância de dividir a serapilheira em frações, o que não aconteceu na maioria dos trabalhos no Pará (VASCONCELOS et al., 2012; MARTINS et al., 2018b; ALMEIDA et al., 2019)as well as resource availability controls over ANPP, are poorly understood for tropical forest regrowth following agricultural abandonment, although

such regrowth accounts for a large and growing proportion of tropical landscapes. Here, we report on the response of ANPP to inter-annual variability in dry-season precipitation and to four years of dry-season irrigation in a forest regrowth stand in eastern Amazonia. ANPP was most strongly correlated with previous-year annual and dry-season precipitation inputs, suggesting a lag effect of the influence of precipitation on ANPP. The dry-season irrigation experiment provides some confirmation of this lag effect: ANPP response to treatment was significant for 2002 and 2003, following strong previous-year dry seasons, but not during the first treatment year (2001, provavelmente, pois estes verificaram a influência de variáveis como o clima ou a produção de nutrientes na produção de serapilheira, não sendo necessário saber a contribuição das frações. Sendo assim, a escolha da quantidade de frações em que a serapilheira será triada, varia com o objetivo do experimento.

4 I CONCLUSÃO

Verificamos que o fluxo é o método mais utilizado para coleta de serapilheira no Pará, e que apesar da importância de avaliar tanto estoque quanto a produção da matriz biogeoquímica, não foram publicados trabalhos que utilizam esses métodos simultaneamente, nos últimos 40 anos no estado. Para coleta de serapilheira, em ambos os métodos, utiliza-se coletor quadrado com dimensões mais usuais de 1m² e 0,25m² para fluxo e estoque, respectivamente. Para fluxo, geralmente, quantifica-se mensalmente o fluxo de serapilheira com experimentos variando de 1 a 2 anos. No estoque, os experimentos duram menos de um ano e faz-se apenas uma coleta durante todo o experimento. Ao final do procedimento de campo, em estudos realizados no Pará nos últimos 40 anos (1980-2019), a serapilheira é triada em apenas uma fração. A escolha do método, depende, principalmente, do objetivo do experimento, além disponibilidade de tempo e recurso para execução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M. DE S. D. et al. Litter flux in a successional forest ecosystem under nutrient manipulation in Eastern Amazon. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 30623–30641, 2019.

CATTANIO, J. H.; KUEHNE, R.; VLEK, P. L. G. Organic material decomposition and nutrient dynamics in a mulch system enriched with leguminous trees in the Amazon. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1073–1086, 2008.

GOMES, J. M. et al. Aporte de serrapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Altântica, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 5, n. 3, p. 383–391, 2010.

JESUS NASCIMENTO, A. F. et al. Production and Supply of Carbon , Nitrogen and Phosphorus in the Leaf. **Ciência Florestal**, v. 28, n. (1), p. 35–46, 2018.

KIMMINS, J. P. Biogeochemistry. In: MACMILLAN (Ed.). . **Forest Ecology**. 6. ed. Minnesota: [s.n.]. p. 68–128.

MARTINS, W. B. R. et al. Deposição de serapilheira e nutrientes em áreas de mineração submetidas a métodos de restauração florestal em Paragominas, Pará. **Floresta**, v. 48, n. 1, p. 37–38, 2018a.

MARTINS, W. B. R. et al. Litterfall, litter stock and water holding capacity in post-mining forest restoration ecosystems, Eastern Amazon. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 13, n. 3, p. 1–9, 30 set. 2018b.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentals of Ecology**. Filadélfia: Saunders: [s.n.].

SCORIZA, R. N. et al. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 01–18, 2012.

SILVA, W. B. et al. Are litterfall and litter decomposition processes indicators of forest regeneration in the neotropics? Insights from a case study in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 429, n. July, p. 189–197, 2018.

TUPIASSU, L.; FADEL, L. P. DE S. L.; GROS-DÉSORMEAUX, J.-R. ICMS Ecológico e desmatamento nos municípios prioritários do estado do Pará. **Revista Direito GV**, v. 15, n. 3, 2019.

VASCONCELOS, S. S. et al. Aboveground net primary productivity in tropical forest regrowth increases following wetter dry-seasons. **Forest Ecology and Management**, v. 276, p. 82–87, 2012.

VIERA, M. et al. NUTRIENTES NA SERAPILHEIRA EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, ITAARA, RS. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 611–619, 2010.

VIVANCO, L.; AUSTIN, A. T. The importance of macro- and micro-nutrients over climate for leaf litter decomposition and nutrient release in Patagonian temperate forests. **Forest Ecology and Management**, v. 441, p. 144–154, jun. 2019.

ZHANG, H. et al. Seasonal patterns of litterfall in forest ecosystem worldwide. **Ecological Complexity**, v. 20, p. 8, dez. 2014.

CAPÍTULO 20

MONITORAMENTO DE VAZÃO DE NASCENTES EM PROPRIEDADES RURAIS DE PRESIDENTE DUTRA-MA

Data de aceite: 21/07/2021

Daniel Fernandes Rodrigues Barroso
Instituto Federal do Maranhão
Departamento de Ensino
Itapecuru-Mirim, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/1096770650777976

Amanda Feitosa Sousa
Instituto Federal do Maranhão
Departamento de Ensino
Presidente Dutra, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/8621396425738066

Luís Fernando de Oliveira Sousa
Instituto Federal do Maranhão
Departamento de Ensino
Presidente Dutra, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/0029422872930042

Iberê Pereira Parente
Instituto Federal do Maranhão
Departamento de Ensino
Carolina, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/1382902340594370

Adeval Alexandre Cavalcante Neto
Instituto Federal do Maranhão
Departamento de Ensino
Presidente Dutra, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/7574248016262916

Teresa Cristina Ferreira da Silva Gondim
Instituto Federal do Maranhão, Departamento de Ensino
Presidente Dutra, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/4092432225146062

Emilly Evelyn dos Santos Carvalho
Instituto Federal do Maranhão, Departamento de Ensino
Presidente Dutra, Maranhão
http://lattes.cnpq.br/8420414651007312

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi monitorar as vazões de nascentes em duas propriedades rurais de Presidente Dutra, MA e, ao mesmo tempo, classificá-las quanto ao fluxo de água, quanto ao estado de perturbação e quanto a magnitude da vazão. Para tanto, campanhas mensais ao longo de um ano hidrológico foram realizadas entre os meses de agosto de 2019 a julho de 2020. As vazões mensais foram obtidas através de um recipiente de volume conhecido, onde o volume é igual a vazão. O monitoramento das nascentes permitiu observar que a vazão média anual variou de 0,022 $L.s^{-1}$ a 0,143 $L.s^{-1}$em N01 e N02, respectivamente. A nascente N01 é classificada como perene, perturbada e de sétima ordem, ao passo que a N02 é intermitente, degradada e de sexta ordem. As respostas de vazão nas nascentes monitoradas não apresentou correlação com o regime de chuva na região. O sistema de pastagem pode estar influenciando a recarga do aquífero, uma vez que a compactação do solo altera fases do ciclo hidrológico com aumento sobre o escoamento superficial e redução da infiltração. Sugere-se que os proprietários das duas nascentes invistam em técnicas de proteção dos mananciais para alcançar os limites de Área de Preservação Permanente das nascentes conforme exigência da legislação ambiental.

PALAVRAS - CHAVE: Fontes de águas. Medições Hidrológicas. Pastagens.

FLOW MONITORING OF SPRINGS OF RURAL PROPERTIES IN PRESIDENT DUTRA-MA

ABSTRACT: The objective of this work was to monitor the flow of springs in two rural properties in Presidente Dutra, MA and, at the same time, to classify them regarding the water flow, the disturbance state and the magnitude of the flow. To this end, monthly campaigns over a hydrological year were carried out between the months of August 2019 and July 2020. The monthly flows were obtained through a container of known volume, where the volume is equal to the flow. The monitoring of the springs allowed to observe that the average annual flow varied from 0.022 L.s-1 to 0.143 L.s-1 in N01 and N02, respectively. The source N01 is classified as perennial, disturbed and of seventh order, whereas N02 is intermittent, degraded and of sixth order. The flow responses in the monitored springs did not show any correlation with the rainfall regime in the region. The pasture system may be influencing the aquifer's recharge, since soil compaction alters phases of the hydrological cycle with an increase in runoff and a reduction in infiltration. It is suggested that the owners of the two springs invest in techniques to protect the springs to reach the limits of the Permanent Preservation Area of the springs, as required by environmental legislation.
KEYWORDS: Water sources. Hydrological Measurements. Pasture.

1 | INTRODUÇÃO

Conforme o Código Florestal Brasileiro, as nascentes são afloramentos naturais do lençol freático e iniciam processos de formação de um manancial superficial, portanto, são águas subterrâneas, que ao aflorarem, formam rios. Gomes e Ferreira (2011) caracterizam as nascentes com alta vulnerabilidade natural, pois em geral, estão localizadas em terrenos com relevo acidentado e solos rasos, o que as expõem em condição de fragilidade frente a fenômenos naturais (climático ou edafoclimático, pedológico e geológico) ou pelas ações humanas.

De acordo com Souza *et al.* (2019) para uma gestão sustentável que vise proteger e restaurar os ecossistemas relacionados com os recursos hídricos é necessário a produção de dados e de conhecimento científico que subsidie a política pública regulatória e de controle ambiental, com atenção especial para as Áreas de Preservação Permanente - APP no entorno das nascentes e olhos d´água, pois elas constituem espaços protegidos importantes para manutenção da qualidade, disponibilidade e desempenho das funções ecossistêmicas das águas afloradas.

Neste sentido, o monitoramento da vazão de nascente é importante para o conhecimento quantitativo de água nas propriedades rurais ao longo do ano e tais conhecimentos poderão subsidiar ações sobre os usos racionais desses recursos em termos qualitativos, ao mesmo tempo, que podem apontar formas de preservação e conservação desses ambientes. Além disso, o conhecimento de vazões desses mananciais poderá apontar condições de abastecimentos de propriedades rurais em seu entorno,

gerando água para as atividades agropecuárias dessas propriedades, além de subsidiar ações institucionais de proteção desses ambientes (BEZERRA; SILVA, 2016).

O objetivo central deste trabalho foi monitorar a vazão de duas nascentes localizadas em propriedades rurais no município de Presidente Dutra, estado do Maranhão. Adicionalmente, tais nascentes foram classificados quanto ao fluxo de água, quanto ao estado de conservação e quanto à magnitude da vazão.

2 | METODOLOGIA

A seguir estão descritas as etapas metodológicas que permitiram alcance os objetivos parciais deste trabalho.

2.1 Localização, identificação e mapeamento das nascentes

As nascentes estão localizadas em duas propriedades rurais de Presidente Dutra, MA, no povoado conhecido como Palma, distante cerca de 10 km da sede municipal. Esses mananciais foram codificados em N01 e N02, conforme Quadro 1.

NASCENTE	CÓDIGO	LOCALIZAÇÃO	COORDENADA GEOGRÁFICA
Nascente 1	N01	Povoado Palma-Coqueiro	5°11’0,44”S; 44°30’33,42”W
Nascente 2	N02	Povoado Palma	5°11’32,07”S; 44°28’57,07W

Quadro 1. Código, localização e coordenada geográfica das nascentes.

A Figura 1 mostra o mapa de localização das nascentes em relação à cidade de Presidente Dutra, MA. O acesso às nascentes, alvos deste estudo, ocorre por meio da rodovia BR 135 até o povoado supracitado. Para chegar até a N01 é necessário percorrer ainda cerca de 7 km em estrada vicinal.



Figura 1. Mapa de localização das nascentes, alvos deste estudo.

Fonte: *Google Earth Pro.*

A localização de nascentes foi realizada com o auxílio de recursos geotecnológicos, tais como o *Google Earth Pro* e por pessoas que indicaram nascentes em propriedades rurais. As imagens do *Google Earth Pro* permitiram a observação de áreas potenciais de nascente, que posteriormente foram visitadas e validadas *in loco* (Figura 2). Segundo Martins, Seabra e Carvalho (2013) essa ferramenta permite a visualização de qualquer local na Terra a partir de imagens de satélite com modelos tridimensionais do terreno e com ótima resolução, além de ser uma ferramenta gratuita, em que as imagens podem ser utilizadas numa perspectiva multitemporal.



Figura 2. Localização e validação in loco de nascentes.

2.2 Monitoramento da Vazão de Nascentes

O Monitoramento das vazões das nascentes foi realizado mensalmente no período de agosto de 2019 a junho de 2020, perfazendo doze meses de monitoramento e completando assim, um ciclo hidrológico. Ressalta-se que por causa da pandemia do Coronavírus e das restrições por impostas para as atividades de ensino, pesquisa e extensão, alguns meses ficaram sem medição (como pode ser observado na Tabela 1, na seção resultados e discussão).

A estimativa de fluxo de água das nascentes foi feita pela metodologia proposta por Pinto *et al.* (2004), em que a vazão é produto do volume da água (em litros) pelo tempo (em segundo), dividido pelo número de medições (n=3), conforme a equação abaixo:

$$Q = (v.t)/n$$

Onde:

Q: é a vazão média observada ($L.s^{-1}$);

v: é o volume de água (em litros);

t: é o tempo (em segundos);

n: é o número de medições.

Vale ressaltar que foi necessário, para as nascentes que não apresentavam estruturas de tubulação, fazer intervenção temporária, com tubo de PVC, proporcionando a concentração de água em um único ponto de saída, possibilitando assim a medição da vazão. Para a medição, utilizou-se recipientes de volume conhecido: copos descaráveis, garrafas de 500 mL e cronômetro (Figura 3), repetindo-se o processo por três vezes.



(a) (b)

Figura 3. Medição da vazão in loco: N01 (a) e N02 (b).

Para relacionar as vazões com a precipitação regional foram utilizados os dados pluviométricos do período de 1973 a 2019, disponíveis na Estação Pluviométrica

Flores, localizada no município de Barra do Corda que serve de referência para estudos pluviométricos de toda a região na região de Presidente Dutra, MA.

Por meio do *Hidroweb*, a Agência Nacional de Águas – ANA disponibiliza uma série histórica de precipitação da região desde ano de 1972 naquela estação. Assim, os dados hidrológicos de vazão das nascentes e precipitação foram comparados por meio de gráficos feitos no Excel para verificar como as vazões mensais se comportam ao longo do ano hidrológico.

2.3 Classificação das Nascentes

As nascentes foram classificadas três categorias: quanto ao fluxo de vazão conforme descritas em Sousa-Neto (2010); quanto ao grau de perturbação, conforme Pinto *et al*., (2004). Por último, as nascentes foram classificadas quanto às faixas de vazão de descarga na fonte, conforme a classificação adotada por Meinzer (1927) apud Davis e Dewiest (1966). Esta metodologia classifica as nascentes conforme a magnitude da vazão em ordem que vai da primeira até a oitava ordem, a depender da faixa de vazão medida.

Para fortalecer a classificação das nascentes quanto ao estado de conservação, alguns parâmetros associados às nascentes foram observados em campo e feitas observação sobre os impactos associados, conforme Gomes *apud* Ubiali *et al.,* (2019) - uso por animais: presença / não detectado; Uso por humanos: presença /não detectado; Uso da terra no entorno: solo exposto / pastagem / agricultura (qual cultura) / vegetação nativa; Fluxo de água a jusante: canal está seco / possui água parada / possui fluxo visível de água; Proteção: não possui cerca / possui ao redor do minadouro / possui ao redor da mata ciliar; Observações: referentes à mata ciliar, ao entorno, à água, ao córrego formado, à topografia e aos impactos no ambiente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O regime pluviométrico da região de Presidente Dutra-MA apresenta seis meses de período chuvoso (de dezembro a maio) e seis meses menos chuvosos (junho a novembro) conforme mostra o gráfico da Figura 4. O total anual de chuvas na região é na média de 1.202,3 mm, sendo que os meses mais chuvosos contribuem com 1.037,4 mm, ou seja, 85,9% da precipitação anual. O mês de março é caracterizado como o mais chuvoso com média de 244,2 mm, enquanto, que o mês mais seco é agosto com apenas 8,7 mm.

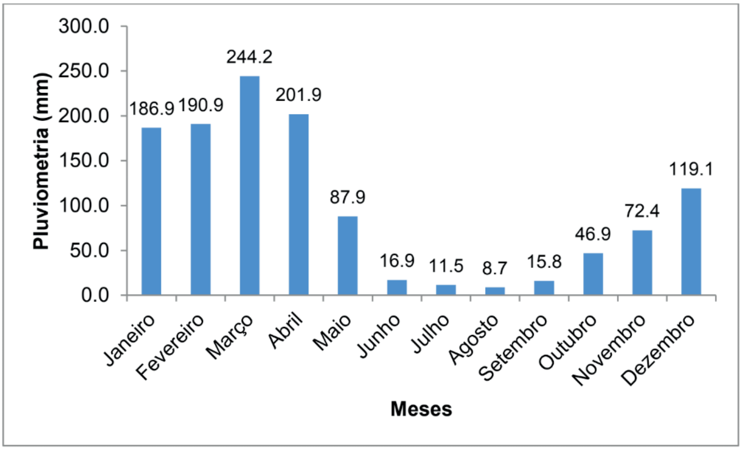


Figura 4. Pluviometria da região de Presidente Dutra-MA (período de 1973 a 2019).

Fonte: *Hidroweb* – ANA.

A tabela 1 apresenta os valores de vazão observados nas nascentes monitoradas. Na nascente N01, a vazão variou de 0,008 no mês de dezembro de 2019 a 0,066 $L.s^{-1}$ no mês de junho de 2020. Na N02, as medições iniciaram no mês de setembro de 2019 e apresentou vazão de 0,016 $L.s^{-1}$, mas por se tratar de uma nascente intermitente (conforme será visto mais adiante) teve seu fluxo interrompido entre outubro a dezembro do mesmo ano, retornando no mês de janeiro de 2020 com valor de vazão de 0,107 $L.s^{-1}$ e em fevereiro com 0,308 $L.s^{-1}$ (maior vazão).

Mês/Ano	N01			N02		
	Data	Hora	Q ($L.s^{-1}$)	Data	Hora	Q ($L.s^{-1}$)
Ago/19	24/08/2019	15:50	0,018	-	-	-
Set/19	25/09/2019	16:19	0,017	25/09/2019	12:00	0,016
Out/19	25/10/2019	15:20	0,012	-	-	-
Nov/19	28/11/2019	15:00	0,010	-	-	-
Dez/19	17/12/2019	16:24	0,008	-	-	-
Jan/20	31/01/2020	17:00	0,022	31/01/2020	17:50	0,107
Fev/20	21/02/2020	15:00	0,019	21/02/2020	15:30	0,308
Mar/20	18/03/2020	09:40	0,021	18/03/2020	17:00	0,138
Abr/20	-	-	-	-	-	-
Mai/19*	08/05/2019	-	0,060	-	-	-
Jun/20	20/06/2020	15:40	0,066	20/06/2020	17:00	0,149
Jul/20	-	-	-	-	-	-

*Barroso *et al*, 2020.

Tabela 1. Dados hidrológicos das nascentes monitoradas.

As nascentes foram classificadas quanto a três critérios: fluxo de vazão; grau de perturbação e magnitude de vazão (Quadro 4).

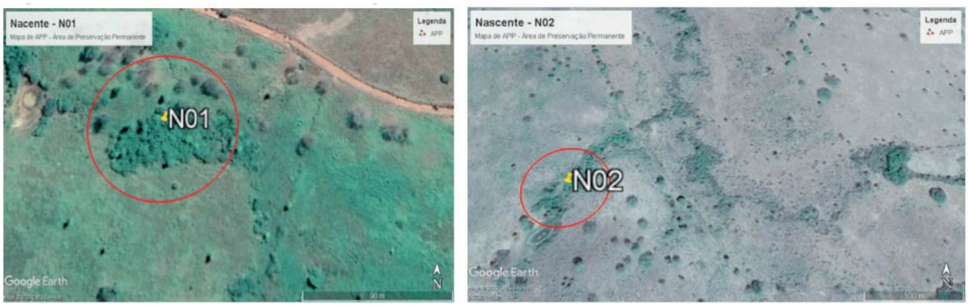
Quanto ao fluxo de água, a nascente N01 é classificada como perene e a N02 como intermitente (N02). A perenidade da nascente N01 se dá pela sua capacidade apresentar fluxo contínuo de água ao longo do ano, pois o monitoramento fora iniciado no mês de agosto, mês com menor índice pluviométrico na região e ainda assim, apresentava fluxo normal (mesmo que baixo). Por outro lado, a nascente N02, apresentou fluxo de água no primeiro mês de monitoramento (setembro de 2019), enquanto, que nos meses de outubro a dezembro o fluxo foi interrompido, tendo voltado o fluxo apenas em janeiro de 2020.

CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO	N01	N02
Fluxo de vazão (SOUSA-NETO, 2010)	Perene	Intermitente
Grau de perturbação (PINTO *et al,* 2004)	Perturbada	Degradada
Magnitude vazão (MEINZER *apud* DAVIS; DEWIEST, 1966)	Sétima Ordem	Sexta Ordem

Quadro 4. Classificação das nascentes.

Quanto ao estado de perturbação, as nascentes N01 e N02 foram classificadas em perturbadas e degradadas, respectivamente. As duas nascentes estão situadas em área de pastagens, no entanto, a nascente N01 apresenta, em termos de vegetação, maior proteção, pois está cercada com arame em seu entorno e com isso, a vegetação está em processo de regeneração, promovendo maior proteção do manancial. Cercar uma nascente é o primeiro passo para a sua recuperação (VIEIRA, 2016) e segundo o Novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), a cerca deve ser feita em um raio de 50 metros no entorno do manancial.

A técnica de cercamento de nascente foi identificado nos estudos de Aquotti, Yamagushi e Gonçalves (2019) como práticas rotineiras de proteção ambiental de nascentes através do isolamento da área. Ubiali *et al* (2019) ao estudarem o mapeamento e análise ambiental de nascentes e cursos d’água em uma sub-bacia hidrográfica no estado da Bahia notou que em 10 nascentes os proprietários utilizaram a técnica de cercamento para a proteção do minadouro dessas 10, apenas uma apresentou cerca ao redor da vegetação, impedindo dessa forma, a entrada de animais.



(a) (b)

Figura 5. Mapa de Área de Preservação Permanente das nascentes

Ao contrário da N01, a N02 não se encontra cercada e por isso serve de bebedouro para o gado, que adentra a área da nascente para beber água, o que provoca a degradação dos recursos hídricos do manancial através do pisoteio e das fezes e ruinas que são despejados na água durante a dessedentação dos animais, situação observada in loco. Além disso, o percentual de vegetação é bem menor na N02 quando comparado a N01 (Figura 5)

Por estarem situadas em área de pastagens, ambas nas nascentes sofrem efeito direto ou indireto dessa atividade econômica, pois a ocupação do solo no entorno das nascentes provoca a entrada de sedimentos que se acumulam nas cotas mais baixas do terreno, prejudicando os cursos d’água (UBIALI, 2019). Além disso, o pisoteio do gado induz a compactação do solo, reduzindo a sua porosidade, o que provoca aumento do escoamento superficial e redução da infiltração. Este último fator pode talvez explicar a fraca correlação de resposta das vazões em relação a precipitação. A compactação do solo por pisoteio do gado foi observado no trabalho de Miguel, Vieira e Grego (2009), o que provocou a redução da infiltração de água no solo.

As duas nascentes apresentam-se situações distintas em termos de conservação, apesar de que ambas não apresentam 50 metros de vegetação natural no seu entorno, conforme determina o Código Florestal. Com isso é necessário aumento da mata ciliar, ou seja, é necessário recuperar as Áreas de Preservação Permanente (APP) desses mananciais que estão degradadas para assegurar a sua proteção. Tais medidas foram também sugeridas por Oliveira et al. (2015) na proposta de recuperação da nascente do Córrego Mutuca em Gurupi-TO.

Wadt *et al.* (2003) menciona a ação de proteção das matas ciliares de rios, lagos, igarapés, cursos d’água e nascentes contra os processos de desbarreiramento e assoreamento, mantendo a capacidade original de escoamento dos leitos, controle o aporte de nutrientes, agrotóxicos e sedimentos sobre as águas. Além disso, a manutenção da vegetação ripária aliado ao cercamento das nascentes impede a entrada de animais

e com isso evita ainda mais a sua degradação, uma vez que, a entrada de animais nos cursos de água promove o aporte de material contaminante através da urina e das fezes. Ressalta-se que a entrada de animais foi observada na nascente N02. Ramos e Santos (2018) enfatizam que a prática de cercamento e reflorestamento de área de nascente é muito importante para garantir a qualidade dos recursos hídricos desses mananciais. Adicionalmente, a recuperação ou a proteção da vegetação ciliar favorece o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia ao longo da zona ripária e contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano (BARROS *et al.*, 2018).

Quanto a magnitude da vazão, a nascente N01 apresentou média anual de 0,022 $L.s^{-1}$, enquanto, que a N02 apresentou vazão 0,143 $L.s^{-1}$. Assim, na média anual, a N01 é classificada como de sétima ordem e a N02 de sexta ordem.

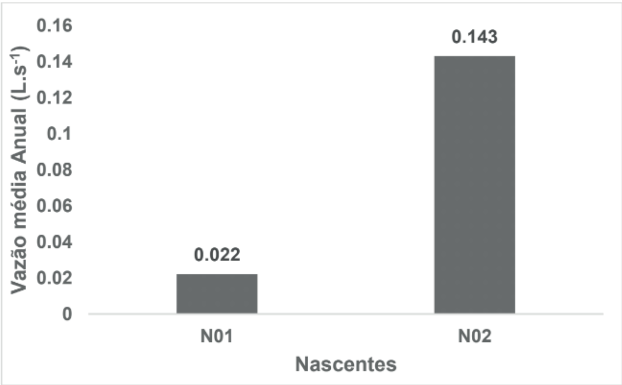


Figura 5. Vazões médias anuais das nascentes N01 e N02.

4 | CONCLUSÕES

O monitoramento mensal da vazão de nascente ficou comprometido devido a suspensão das atividades institucionais em função da pandemia do Coronavírus, ainda assim só foi possível medir nove meses na N01 e cinco meses na N02.

A vazões obtidas neste estudo não apresentaram correlação com a precipitação regional. Fatores antrópicos associados, tais como a atividade de pastagem pode estar provocando alterações hidrológicas no solo com respostas sob o escoamento superficial e infiltração. Neste último caso, a redução da infiltração de água no solo pode explicar as respostas do fluxo de água das nascentes, uma vez que a água de chuva que cai sobre a região, onde estão localizadas as nascentes, escoam superficialmente ao invés de infiltrar no solo (o que reduziria a recarga dos aquíferos).

Recomenda-se aumentar a cobertura vegetal no entorno das nascentes, para o raio de 50m conforme determinação da legislação ambiental para reduzir os efeitos da

pastagem e da criação de animais sobre os recursos hídricos, em especial na N01, que é desprovida de proteção e onde os efeitos da atividade dessa atividade são mais visíveis e para garantir a integridade dos recursos hídricos desses mananciais e garantir água para os diversos usos atuais e futuros em termos de quantidade e de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFMA, através da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação pela concessão da bolsa de pesquisa de Iniciação Científica; ao Campus Presidente Dutra pelo apoio logístico às atividades de campo; aos proprietários rurais que cederam as áreas para estudo e a toda equipe do projeto, pela colaboração.

REFERÊNCIAS

AQUOTTI, N. C. F.; YAMAGUSHI, N. U.; GONÇALVES, J. E. Preservação e conservação de nascentes em propriedades rurais: impactos, ações e contradições. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 16, n. 29, 2019.

BARROSO, D. F. R.; GOIS, W. P.; PARENTE, I. P.; CAVALCANTE-NETO, A. A.; SILVA, C. V. Recuperação de nascente em propriedade rural de Presidente Dutra-MA como subsídio a gestão dos recursos hídricos. *In*: REIS, A. A.; LAURENT, F.; LÓPEZ, J. D. G.; JOELE, M. R. S. P.; COELHO, R. F. R. (org.). SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA, 12, 2019. Castanhal, PA. **Anais**... Belém (PA): IFMA, 2020.

BARROS, K. L. C.; COELHO-JUNIOR, M. G.; OLIVEIRA, A. L.; BARROS, V. C. C.; CARVALHO, A. G. A proteção de nascentes para a conservação dos recursos hídricos em atenção nova lei florestal. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. v. 5, n.10. p.607-624. 2018.

BEZERRA, A. A.; SILVA, A. P.L. Monitoramento de vazão nas nascentes da Serra da Caiçara, Maravilha do Semiárido alagoano. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1, 2016. Campina Grande, PA, 2016. **Anais**... Campina Grande, PB, 2016.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: http://www.planalto.gov.br /ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 14 mai. 2021.

DAVIS, S., DEWIEST, R. M. **Hydrogeology**. Wiley, 1966, New York.

MARTINS, L.J.; SEABRA, V.S.; CARVALHO, V.S.G. O uso do Google Earth como ferramenta no ensino básico da Geografia. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 16,. Foz do Iguaçu, 2013. **Anais**... Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

MIGUEL, F. R. M.; VIEIRA, S. R.; GREGO, C. R. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade do pisoteio. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileir**a. V. 44, n. 11. p. 1513-1519, 2009.

OLIVEIRA, A. L.; SOUZA, P. A.; BENDITO, B. P. C.; GONÇALVES, D. S.; SANTOS, A. F. Proposta de recuperação para a nascente do Córrego Mutuca em Gurupi-TO. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 11, n. 22, 2015.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba (SP), n. 65, p. 197-206, 2004.

RAMOS, H. F.; SANTOS, D. C. R. M. O índice do impacto ambiental de nascentes (IIAN) e o grau de preservação de nascentes em propriedades rurais de Barra Mansa. In: Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 3, Juiz de Fora, 2018. **Anais**... Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 271-279, 2018.

SOUZA, K. I. S.; SHAFFE, P. L. B.; PINTO, C. R. S. C.; NOGUEIRA, T. M. O. Proteção ambiental de nascentes e afloramentos de água subterrânea no Brasil: histórico e lacunas técnicas atuais. **Revista Águas Subterrâneas**. ABES: v. 33, n. 1. p. 76-86, 2019.

UBIALI, B. G.; ROMANO, M. R.; CARVALHO, R. S.; CARVALHO, J. E. B. **Mapeamento e análise ambiental de nascentes e cursos d'água da sub-bacia hidrográfica do Tuá, Cruz das Almas, Bahia**: um estudo de caso. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019.

WADT, P. G. S.; PEREIRA, J. E. S.; GONÇALVES, R. C.; SOUZA, C. B. C.; ALVES, L. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco-Acre: Embrapa Acre, 2003, 29p.

VIEIRA, P. D. **Análise do estado de conservação de nascentes do Ribeirão Dores do Turvo em Dores do Turvo, MG**. 2016. TCC (graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora: Juiz de Fora -MG, 2016.

CAPÍTULO 21

EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADA FLORESTAL SEM REVESTIMENTO DO LEITO NA REGIÃO SERRANA DE SANTA CATARINA

Data de aceite: 21/07/2021
Data de submissão: 06/07/2021

Helen Michels Dacoregio
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/2137258836984842

Jean Alberto Sampietro
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/2015018876517184

Oiéler Felipe Vargas
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/0690452749736523

Marcelo Bonazza
Universidade Federal de Santa Catarina
Curitibanos – SC
http://lattes.cnpq.br/5029572794045838

Natali de Oliveira Pitz
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/9031275521422461

Alexandre Baumel dos Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/7831106420003988

Gregory Kruker
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/0270541469837792

Juliano Muniz da Silva dos Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/6980011105410952

Leonardo Poleza Lemos
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/4449598786167084

Carla Melita da Silva
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/5603556774847960

Milena Hardt
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/8634227456748691

Natalia Letícia da Silva
Universidade do Estado de Santa Catarina
Lages – SC
http://lattes.cnpq.br/9876394015645232

RESUMO: Objetivou-se avaliar a erosão hídrica por meio da quantificação das perdas de água (PA) e solo (PS) em estrada florestal secundária sem revestimento do leito. O estudo foi conduzido em área de povoamentos comerciais na região Serrana de Santa Catarina. Instalou-se na área um trecho experimental de estrada pelo método da parcela padrão com, aproximadamente, 70,0 m de comprimento no sentido do declive e 3,0 m de largura. Ao longo do comprimento do trecho foram instalados dispositivos de drenagem compostos por abaulamento, valetas laterais,

camalhão associado a bigode ao centro da parcela e duas saídas d'água distantes 30 m do centro da parcela. Para avaliação das PA e PS, um sistema de coleta composto por três recipientes interligados sequencialmente, com capacidade de 500 litros cada, foi instalado na extremidade inferior (cota mais baixa) do trecho. O primeiro e segundo recipiente foram providos de um vertedor com 13 janelas. O experimento foi avaliado durante 12 meses, havendo nesse período uma precipitação pluvial acumulada de 1.840 mm. A erosão quanto à PA foi de 5,4% do total de chuva, com PA acumulada de 99 mm/ano, o que equivaleu a uma eficiência média de drenagem na contenção de enxurrada de 94,6%. O total resultante quanto às PS no período de avaliação foi de 3.092 kg/km/ano, havendo redução da eficiência de controle das PS após os seis primeiros meses de avaliação e redução de 50% da capacidade de armazenamento de escoamento e sedimentos pelo sistema de drenagem.
PALAVRAS - CHAVE: Rede viária florestal; Impactos ambientais; Conservação de solos florestais; Perdas de água e solo.

WATER EROSION IN UNCOATED FOREST ROAD IN SERRANA REGION OF SANTA CATARINA STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate water erosion by quantifying the water (WL) and soil (SL) losses in uncoated secondary forest road. The study was conducted in area of forest commercial stands in Serrana region, Santa Catarina State, Brazil. An experimental field road test site was installed in the area by "standard-plot" method with length of, approximately, 70.0 m in towards the slope and 3.0 m wide. Along the length of experimental field road test site, drainage devices were installed comprise of crowned surface, side ditches, water bar associated with sediment catchment ditch installed in the center of the plot and two lead-off ditches 30 m distant from the center of the plot. For the evaluation of PA and PS, a collection system composed of three tanks with 500 liters capacity each was implanted at the lower and end of each plot, the first and second being provided with a spillway with 13 windows. The experiment was evaluated during the period of 12 months, with accumulated rainfall during this period of 1,840 mm. The erosion in terms of WL was 8.6% of the total rainfall, with an accumulated WL of 140 mm/year, which was equivalent to an average drainage efficiency in the containment of runoff of 94.6%. The resulting total for SL in the evaluation period was 3,092 kg/km/year, with a reduction of SL efficiency control after the first six months of evaluation and reduction of 50% on the storage capacity of runoff and sediment by the drainage system.
KEYWORDS: forest road network; soil forest conservation; environmental impacts; water and soil losses.

1 | INTRODUÇÃO

A superfície do solo de estradas florestais, em geral, permanece exposta à agentes erosivos e sujeita constantemente à degradação, em especial pela erosão hídrica. Assim, tanto o impacto das gotas de chuva sobre o solo quanto o escoamento superficial ocasionam a desagregação e o transporte das partículas que, após o transporte, depositam em algum local abaixo do ponto de desprendimento.

A erosão hídrica em estradas florestais acarreta problemas, principalmente, relacionados à redução de capacidade produtiva das terras e de impactos ambientais, estes sobretudo em cursos d'água em função de assoreamento por sedimentos e de contaminação química por produtos agroquímicos, em geral, vindos de áreas adjacentes (OLIVEIRA et al., 2010; SURYATMOJO, 2015). Além disso, a deterioração da superfície do solo na pista de rolamento das estradas dificulta a trafegabilidade e o acesso às áreas florestais. Isto afeta as ações necessárias para o normal desenvolvimento da floresta, desde a sua implantação, principalmente as operações silviculturais, combate a incêndio, pesquisa e inventário, dentre outras.

A falta de planejamento do uso da terra e de manejo do solo, ou a sua ineficiência, tem sido a principal causa de aceleramento do processo erosivo do solo. Em áreas florestais, esses problemas são agravados quando as estradas são localizadas inadequadamente quanto ao relevo, especialmente em relação à declividade, dificultando a manutenção; esses problemas ainda podem ser agravados devido à ausência, ou ineficiência, de sistemas de drenagem superficial da água das chuvas (OLIVEIRA et al., 2015).

A principal função do sistema de drenagem superficial em estradas é drenar as águas precipitadas sobre o leito e áreas adjacentes da estrada, por meio de um conjunto de dispositivos (MACHADO et al., 2013). Esse conjunto deve interromper e, ou, desviar o escoamento superficial, evitando o seu acúmulo na superfície da estrada e, consequente, a aceleração da erosão hídrica do solo.

Um dos principais dispositivos de drenagem de estradas é o abaulamento do leito da superfície da pista, cuja angulação deve ter declividade de 2 a 6%. Dessa maneira, as águas pluviais serão conduzidas para fora do leito e, com isso, captadas e armazenadas em outros dispositivos que devem compor o sistema de drenagem (MACHADO et al., 2013).

Além do abaulamento do leito, a lombada, ou camalhão, também, são empregados, pois, interrompem o fluxo e diminuem o volume e velocidade do escoamento no leito da estrada, além de conduzirem o escoamento para fora do leito até os dispositivos de captação. Dentre os dispositivos de drenagem que tem a função captar e armazenar o escoamento superficial, os mais empregados são as saídas d'água, os bigodes (ou valas de retenção), as caixas de retenção e as bacias de captação (MACHADO et al., 2013).

Na literatura científica e técnica há considerável volume de informações sobre erosão hídrica e dispositivos de drenagem e suas funções em áreas florestais no Brasil. Contudo, são escassos os estudos sobre perdas de solo em estradas florestais e, naqueles existentes, em geral não foi caracterizado o tipo de drenagem predominante nos trechos das estradas avaliadas.

Dentre os estudos mais recentes dentro deste escopo, destaca-se o de Corrêa et al. (2010) que avaliaram trechos de estrada florestal sem revestimento, com e sem obras de drenagem no sul do Brasil, e constataram que as obras reduzem significativamente erosão hídrica, conservando o leito da estrada.

Em outro estudo, em Minas Gerais, Oliveira et al. (2010) relataram que as perdas de solo por erosão superficial em estradas florestais não pavimentadas e sem obras de drenagem tenderam a serem maiores em declividades mais elevadas.

Na região Sul do Brasil, Oliveira et al. (2015), em um trecho de estrada florestal sem revestimento e sem obras de drenagem, verificaram que o escoamento superficial e as perdas de solo apresentaram correlação relativamente baixa com a altura de chuva, enquanto, a erosividade da chuva foi mais importante no processo erosivo.

Em virtude da potencial geração de impactos ambientais negativos pelas estradas florestais, objetivou-se com este trabalho avaliar a erosão hídrica por meio da quantificação das perdas de água e de solo em um trecho de estrada florestal sem revestimento do leito, de modo entender e conhecer a redução da eficiência e capacidade de armazenamento de escoamento e sedimentos do sistema de drenagem, de modo embasar soluções para minimização do impacto da erosão em áreas de produção florestal.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área com povoamentos florestais comerciais de pinus e eucalipto, na região Serrana do estado de Santa Catarina. O experimento foi instalado em um trecho de estrada florestal sem revestimento do leito. O solo do local de estudo foi classificado como CAMBISSOLO HÚMICO (SANTOS et al., 2013) com tolerância de perda de solo de 9,3 t ha^{-1} ano^{-1} ou 0,74 mm ano^{-1} (BERTOL; ALMEIDA, 2000). O relevo da área caracterizou-se como ondulado, com declividade média de 13%.

O clima da região é do tipo Cfb, com verão temperado e inverno seco e com temperatura média anual entre 14 e 16 ºC. A precipitação pluviométrica média anual varia entre 1.600 mm e 1.900 mm, sendo bem distribuída ao longo de todo o ano, sem período de estiagem (ALVARES et al., 2014).

2.2 Instalação e descrição do trecho de estrada estudado

Na área de estudo, primeiramente selecionou-se um trecho de estrada florestal, sem revestimento e de uso secundário com geometria representativa dentro do maciço florestal, no qual haveria tráfego de veículos somente no momento de colheita da madeira.

O trecho experimental de estrada foi instalado de acordo com método da parcela padrão com, aproximadamente, 70,0 m de comprimento no sentido do declive e 3,0 m de largura. Ao longo do comprimento do trecho foram instalados dispositivos de drenagem compostos por abaulamento, valetas laterais, camalhão associado a bigode ao centro da parcela e duas saídas d’água distantes 30 m do centro da parcela (Figura 1).

A declividade média do trecho experimental foi de 14% com área total de 254,5 m^2. A definição da área total do trecho da estrada seguiu os critérios recomendados em Forsyth et al. (2006).

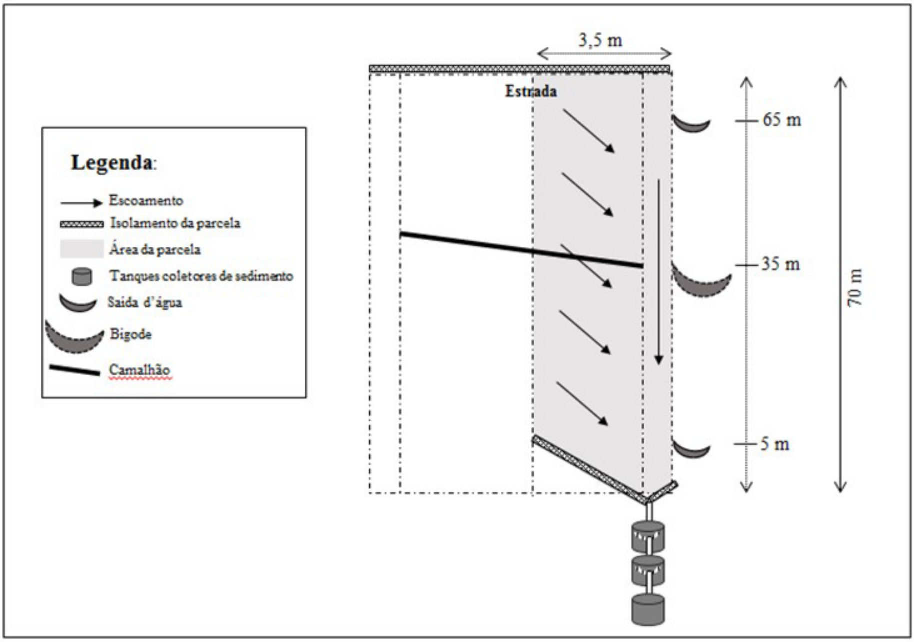


Figura 1. Esquema representativo do trecho experimental e sistema de drenagem da estrada florestal sem revestimento do leito avaliada no estudo conforme o método da parcela padrão.

O efeito da erosão hídrica foi avaliado por meio da quantificação das perdas de água e solo ocorridas no trecho experimental após eventos de chuva. Destaca-se que no período de avaliação, o acesso ao trânsito de veículos e máquinas foi completamente vedado ao trecho experimental durante a fase de realização da pesquisa.

A instalação do trecho foi iniciada com a readequação do leito da estrada, realizando-se o abaulamento do leito com inclinação lateral de 2 a 6% a partir do centro, e com a construção das valas laterais. O talude da estrada foi protegido superficialmente com lona plástica para minimizar a contribuição com sedimentos vindos de áreas fora do trecho de estudo.

Os dispositivos de drenagem utilizados na construção do trecho foram a saída d'água, camalhão e bigode. A saída d'água tinha dimensões médias de 0,85 x 0,92 x 3,87 m, com capacidade de armazenamento médio de 3,03 m^3 de enxurrada. O bigode tinha dimensões médias de 0,75 x 1,15 x 9,3 m, com capacidade de armazenamento média de 8,13 m^3 de enxurrada. O camalhão, de base larga, tinha 10 m de comprimento e 0,5 m de altura.

A delimitação física no limite superior e inferior do trecho foi realizada com uso de chapas galvanizadas com 60 cm de altura, sendo que, destes, 30 cm foram enterrados e 30 cm permaneceram acima do nível do solo. A delimitação no limite superior do trecho foi realizada de modo a bloquear a entrada de escoamento oriundo da parte superior ao

trecho e, no limite inferior, as chapas foram instaladas de modo a conduzir o escoamento superficial para o sistema de tanques coletores, através de ligação com um tubo de PVC.

Para a coleta do escoamento, foram utilizados três tanques com capacidade de 500 litros cada. O primeiro, o segundo e o terceiro estavam interligados entre si por um vertedouro com 13 janelas. A partir do vertedouro, um tubo galvanizado conduzia a água de um para outro tanque. Assim, após o enchimento do primeiro tanque de coleta, uma alíquota de 1/13 de enxurrada passava para o segundo tanque, e o restante (12/13) voltava para o ambiente. Da mesma forma, após enchimento do segundo tanque, 1/13 de água passava para o terceiro tanque através do tubo galvanizado, para compor a amostra do terceiro tanque, e o restante (12/13) também retornava ao ambiente.

2.3 Monitoramento e quantificação da chuva e das perdas de água e de solo

O monitoramento da chuva e das perdas de água e de solo foi realizado no período entre junho de 2016 e junho de 2017. A chuva acumulada durante o período de estudo foi registrada por meio de três pluviômetros instalados no trecho. A partir da média dos pluviômetros, obteve-se a chuva acumulada ocorrida no período. A altura mínima de chuva acumulada considerada para realização da coleta foi de 30 mm, visto que alturas inferiores não geravam escoamento suficiente que justificasse coletas de dados.

A quantificação das perdas de água (PA) por escoamento superficial foi realizada pela mensuração da água armazenada nos tanques coletores com auxílio de uma haste graduada, a qual era introduzida no tanque (calibrado com base na área e altura). Assim, por meio da leitura da lâmina de água de cada estava contida no tanque, obtinha-se o volume de água escoada. Quando havia presença de escoamento na 2ª e 3ª caixa do sistema coletor, multiplicou-se por 13 o volume registrado em cada caixa para obter o volume total.

Para coleta das amostras de escoamento para quantificação das perdas de solo (PS), primeiramente, foi realizada a homogeneização do escoamento contido nos tanques e, ao mesmo momento desta, realizava-se a coleta de duas amostras em frascos de 220 cm^3.

Em seguida, a quantificação do solo perdido foi realizada em laboratório. Para isso, as amostras coletadas *in situ* eram pesadas e, em seguida, eram adicionadas de três a cinco gotas de HCl 2,5 N para decantação dos sedimentos e, assim eram deixadas por 48 horas em pousio para decantar os sedimentos. Após a decantação, o excesso de água era retirado dos frascos por sifonamento (permanecendo uma lâmina de 1,5 a 2 cm). Nessa condição os frascos eram levados à estufa a 50 ºC até a secagem.

Posteriormente, os fracos eram pesados obtendo-se a massa seca de solo, com a qual era calculada a concentração de sedimentos por volume de escoamento coletado nos tanques. Os valores de massa de solo seco e de água contidos nos tanques foram somados aos de massa de solo seco e de água contidas nos sedimentos, permitindo a

obtenção das PA e PS totais ocorridas no período. A PS anual se deu pela soma das PS em cada coleta.

2.4 Capacidade de armazenamento dos dispositivos de drenagem

A capacidade de armazenamento de escorrimento superficial nas saídas d'água e bigodes do trecho foi determinada por meio de medição, com auxílio de trena, das dimensões de comprimento, largura e profundidade dos referidos dispositivos no momento de instalação do experimento (junho de 2016) e após um ano de avaliação (junho de 2017).

As medidas foram realizadas em três pontos (nas duas extremidades e no centro) em cada dispositivo. Dessa forma, a capacidade de armazenamento de escorrimento superficial foi calculada por meio do produto das medidas médias obtidas. Com isso, pode-se estimar também a perda da capacidade de armazenamento e a massa de solo armazenada durante o período de avaliação, por meio da comparação entre a capacidade dos dispositivos no início e no final do período de avaliação.

2.5 Análise dos dados

Os eventos de chuva acumulados foram considerados como repetição temporal, da mesma forma que no estudo de Oliveira et al. (2015). Os autores trabalharam com dispositivos de drenagem iguais aos usados neste estudo.

Diante disso, foram ajustados parâmetros de ajuste de nível e inclinação de equação de regressão linear para estimativa da PA e PS em função da chuva acumulada. Adotou-se o modelo linear simples com intuito de evitar a diminuição dos graus de liberdade do resíduo de uma unidade e a perda do poder de ajuste do modelo.

A precisão de ajuste da equação foi avaliada pelo coeficiente de determinação (R^2) e erro padrão da estimativa, considerando-se, também, os critérios de Akaike - AIC (AKAIKE, 1974) e Bayesiano - BIC (SCHWARZ, 1978), em que, quanto menores os valores destes parâmetros, maior é a precisão de ajuste da equação. A partir das equações, os valores de PA e PS foram estimados em função da chuva acumulada, plotando-se os resultados em gráficos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Chuva e perdas de água

O total acumulado de chuva durante o monitoramento do experimento foi de 1.840 mm, distribuídos em 18 coletas realizadas (Figura 2). As perdas de água (PA) foram equivalentes a 5,4% do total de chuva, resultando em uma PA acumulada de 99 mm/ano e coeficiente de escoamento médio de 0,06.

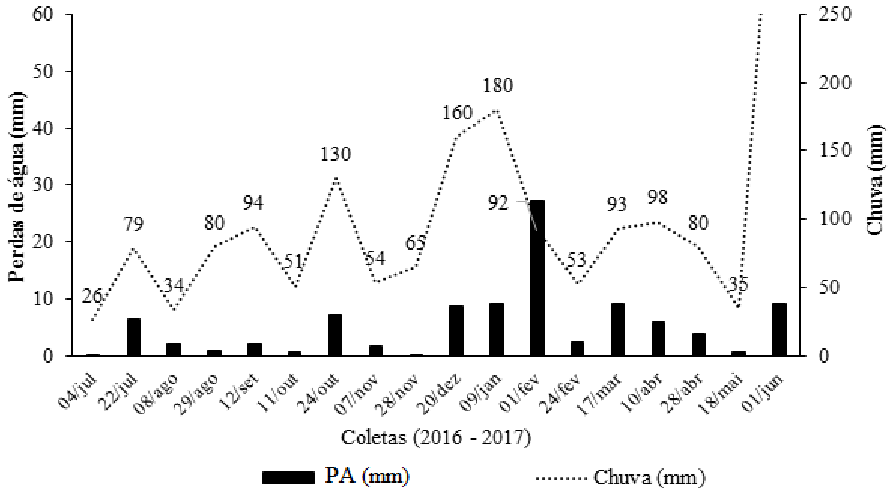


Figura 2. Chuva acumulada e perdas de água por coleta no trecho de estrada florestal sem revestimento do leito na região Serrana de Santa Catarina. Onde: PA: perdas de água (mm).

Em estudo realizado em um trecho de estrada sem revestimento do leito e sem obras de drenagem em áreas de manejo florestal de Pinus, localizada no município de Campo Belo do Sul, também no Planalto Sul Catarinense, Oliveira et al. (2015) observaram que as perdas de água equivaleram a 37% do volume de chuva precipitado no período experimental, valor este superior ao encontrado nos tratamentos avaliados.

Forsthy et al. (2006), ao aferir o escoamento em estradas florestais sem revestimento do leito no nordeste da Austrália, observaram um coeficiente de escoamento de 0,38, valor semelhante ao encontrado por Oliveira et al. (2015). Tal diferença entre os valores encontrados pelos autores, com o valor observado no presente trabalho, justifica-se pela instalação de obras de drenagem no trecho avaliado, as quais reduziram as perdas de água através da drenagem, captação e armazenamento do escoamento superficial.

Ao estudar as perdas de água em estradas sem revestimento do leito e sem obras de drenagem, localizadas no estado de Minas Gerais, Oliveira et a. (2010) observaram perdas de água equivalentes à 7% da precipitação, valor próximo ao presente estudo, provavelmente, devido à configuração e instalação de obras de drenagem semelhantes ao presente estudo.

A eficiência média de drenagem na contenção de enxurrada foi de 94,6%, havendo tendência significativa de aumento das PA com o aumento da chuva acumulada (Figura 3), que explicou 94% da variabilidade da PA (R^2 = 0,90), com 11,28 mm de erro padrão da estimativa.

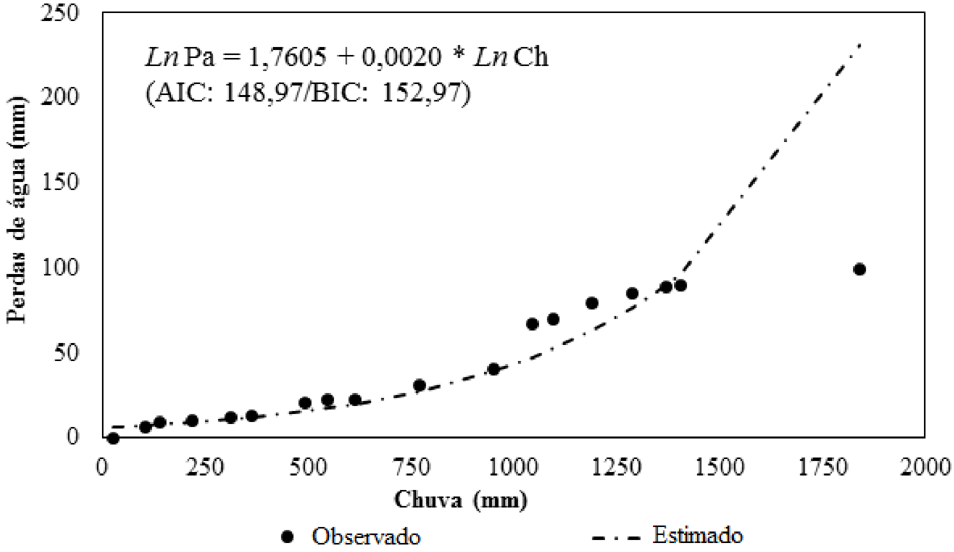


Figura 3. Relação entre PA (mm) em função da chuva acumulada (mm) para trecho de estrada florestal sem revestimento do leito na região Serrana de Santa Catarina. Onde: AIC: critério de Akaike; BIC: critério bayesiano; Pa: perdas de água (mm); Ch: Chuva acumulada (mm); Ln: logaritmo natural.

3.2 Perdas de solo e capacidade de armazenamento das obras de drenagem

As perdas de solo (PS) por evento de chuva (Figura 4) variaram de 0,01 kg km^{-1} (04 de julho) a 1.320 kg km^{-1} (01 de fevereiro) nas coletas, resultando em uma PS acumulada de 3.092 kg km^{-1} ano^{-1}.

Nos primeiros seis meses de avaliação, o sistema de drenagem da estrada foi mais eficiente no controle das perdas de sedimento, porém, após este período, a taxa de perda de solo com as chuvas tendeu a aumentar. Acredita-se que essa redução na eficiência é devido ao acúmulo de sedimento nas obras de drenagem com o passar do tempo, mostrando que este tratamento, provavelmente, necessita de manutenções mais frequentes que os demais avaliados.

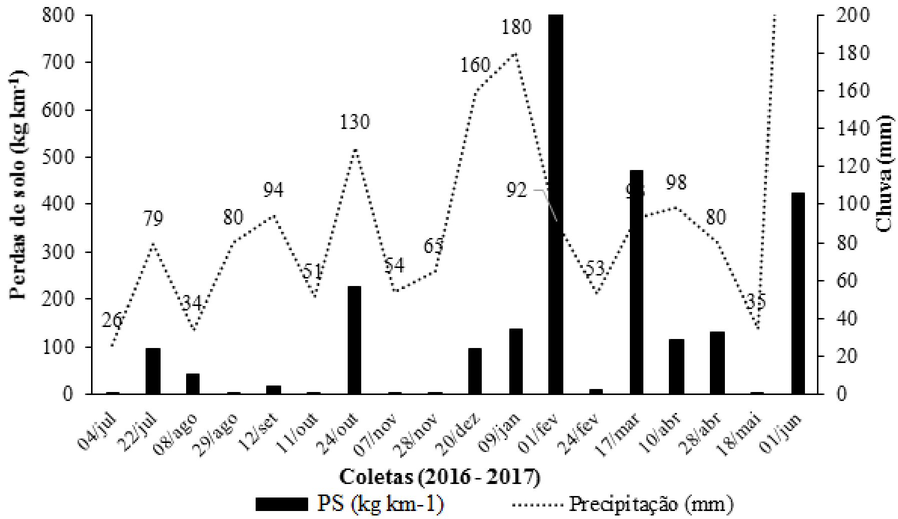


Figura 4. Chuva acumulada e perdas de solo por coleta no trecho de estrada florestal sem revestimento do leito na região Serrana de Santa Catarina. Onde: PS: perdas de solo (kg km^{-1}).

Ao avaliar as perdas de sedimento em um trecho de estrada florestal sem revestimento do leito e sem obras de drenagem, localizado também no Planalto Sul Catarinense, Oliveira et al. (2015) encontraram valores na ordem de 19,65 kg ha^{-1} em 15 meses de avaliação, valor este referente à 7.860 kg km^{-1}. Tal valor é superior ao encontrado no presente estudo, possivelmente devido à presença de obras de drenagem superficial, as quais drenam e armazenam boa parte do escoamento superficial que ocorre no leito da estrada, sendo eficazes no controle da erosão hídrica.

Corrêa et al. (2010) ao avaliar a diferença entre perdas de sedimento em trechos de estrada com e sem obras de drenagem, localizadas no Norte de Santa Catarina, constataram que trechos com obras de drenagem como o camalhão associado à vala de retenção como o bigode, reduziram as perdas de solo em 24% durante um ano de avaliação, com um total acumulado de 1.440 e de 2.400 kg km^{-1} ano^{-1} para os trechos com e sem obras de conservação, respectivamente. Tais valores são semelhantes ao observado no presente estudo, porém, inferiores provavelmente devido à menor declividade, que era de 7% no trecho sem obras e de 2% no trecho com obras de conservação.

Em estudo realizado na Austrália, em um trecho de estrada de uso florestal sem revestimento do leito e obras de drenagem, com comprimento de 52 m, largura de 5 metros e declividade média de 1%, Forsthy et al. (2006) encontraram perdas de sedimento anual na ordem de 1.963 kg km^{-1} ano^{-1}. Ao corrigir a perda encontrada pelos autores para declividade padrão de 9%, a perda de sedimento seria na ordem de 16.000 kg^{-1} km ano^{-1}, valor superior ao encontrado ao presente. Tal diferença mais uma vez se justifica pela presença das obras de drenagem, que ao reduzir o escoamento superficial, consequentemente reduz as perdas de sedimento

As PS, também, tenderam a aumentar com o aumento da chuva acumulada (Figura 5), havendo, explicação de 87% da variação da PS (R^2 = 0,87), com erro padrão da estimativa 127 kg km^{-1}. Tendências e resultados foram reportados nos trabalhos de Oliveira et al. (2015), Corrêa et al. (2010).

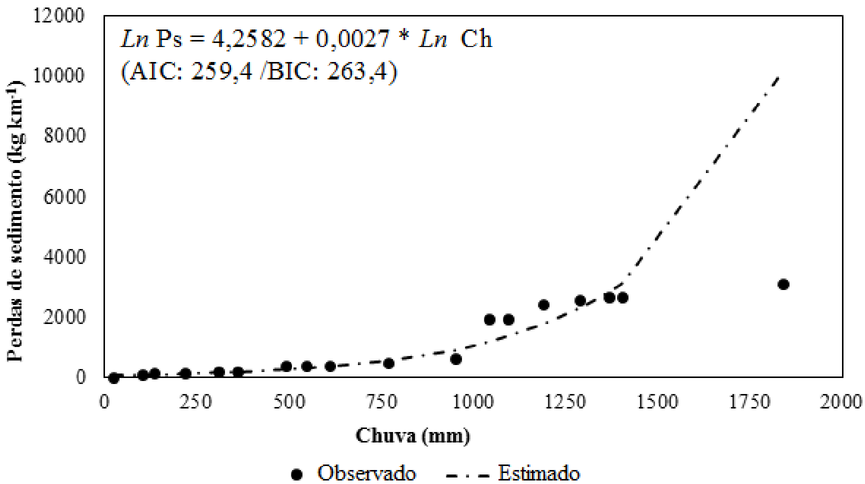


Figura 5. Relação entre perdas de solo (kg km^{-1}) em função da chuva acumulada (mm) para trecho de estrada florestal sem revestimento do leito na região Serrana de Santa Catarina. Onde: AIC: critério de Akaike; BIC: critério bayesiano; PS: perdas de solo (kg km^{-1}); Ch: Chuva acumulada (mm); Ln: logaritmo natural.

No início do experimento, a capacidade de armazenamento de escorrimento das obras de drenagem era de 14,04 m^3, porém, após decorrer um ano de avaliação, o sistema de drenagem teve perda de 50% da sua capacidade de armazenamento, uma vez que armazenou um total de 10.600 kg de sedimento proveniente do trecho de estrada florestal. Por isso, faz-se necessário o contínuo acompanhamento da capacidade de armazenamento, a fim de definir o momento ideal de manutenção das obras de drenagem, para que as mesmas não percam sua função, no controle da erosão hídrica.

4 | CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente estudo é possível concluir que:

- A erosão hídrica no trecho de estrada avaliado foi numericamente inferior à erosão encontrada em outros estudos, mostrando que o uso de obras de drenagem é efetivo na redução das perdas de água e solo e, consequentemente, na redução de impactos ambientais ocasionados fora do local da erosão;
- O uso do dispositivo de drenagem denominado “camalhão” foi efetivo, junto as saídas d’água e bigodes, para controlar das perdas de solo, sobretudo nos seis

primeiros meses após instalação, por isso, o seu uso deve ser priorizado em estradas florestais sem revestimento.

- O uso do camalhão é viável em estradas que permanecem fechadas ou que têm pouco trânsito de veículos e máquinas durante o desenvolvimento da floresta, por isso, deve-se priorizar a construção dessa obra após o plantio do povoamento.
- Nos trechos de estrada florestal sem revestimento do leito, com fluxo médio de veículos durante o desenvolvimento do povoamento, recomenda-se o uso das obras do tipo saídas d'água e bigodes, uma vez que o uso exclusivo destas obras pode ser efetivo no controle da erosão hídrica, quando comparados aos trechos de estrada sem obras.

REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. A. New look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v. 19, p. 7160-723, 1974.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2014.

BERTOL, I.; ALMEIDA, J.A. Tolerância de perda de solo por erosão para os principais solos do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 657-668, 2000.

CORRÊA, C. M. C.; DEDECEK, R. A. ROLOFF, G. Sedimentos provenientes de estradas de uso florestal em condição de relevo ondulado a fortemente ondulado. **Floresta**, v. 40, p. 221-234, 2010.

FORSYTH, A. R.; BUBB, K. A.; COX, M. E. Runoff, sediment loss and water quality from forest roads in a southeast Queensland coastal plain Pinus plantation. **Forest Ecology and Management**, v. 221, p. 194-206, 2006.

MACHADO, C. C.; PRUSKI, F. F.; CARVALHO, C. A. B.; GRIEBELER, N. P. Drenagem. In: MACHADO, C. C. **Construção e Conservação de Estradas Rurais e Florestais**. Viçosa: UFV. 2013, 441 p.

OLIVEIRA, F. P.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURI, N.; LEITE, F. P. Avaliação de perdas de solo em estradas florestais não pavimentadas no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 331-339, 2010.

OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª. ed. Brasília, DF: Embrapa; 2013.

OLIVEIRA, L. C.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; CAMPOS, M L.; MECABÔ Jr, J. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica em uma estrada florestal na Serra Catarinense. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 655-665, 2015.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.;

SCHWARZ, G. Estimating the dimensional of a model. **Annals os Statistics**, v. 6, n. 2, p. 461-464, 1978.

SURYATMOJO, H. Rainfall-runoff investigation of pine forest plantation in the upstream area of Gajah Mungkur reservoir. **Procedia Environmental Sciences**, v. 28, p. 307-314, 2015.

CAPÍTULO 22

MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS, HISTÓRIA, TRAGÉDIAS E RUMOS

Data de aceite: 21/07/2021

Data de submissão: 08/07/2021

Cláudio Mesquita
Geógrafo - Mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental pelo Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Bambuí.
Gestor Ambiental da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável MG (SEMAD MG)
Belo Horizonte – Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/4968320018972254

Juliana Fonseca de Oliveira Mesquita
Pedagoga - Mestre em Educação Profissional em Saúde pela Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio/Fundação Oswaldo Cruz
Especialista em Políticas e Gestão da Saúde da Escola de Saúde Pública do Estado de Minas Gerais
http://lattes.cnpq.br/7484941360086037
http://orcid.org/0000-0003-4006-2356

Gustavo Augusto Lacorte
Biólogo - Doutor em Genética e Evolução - CRBio 657236/04-D
Prof. do Instituto Federal Minas Gerais - Campus Bambuí
Chefe do Depto. de Ciências e Linguagens - SIAPE: 1663249
Pesquisador do Food Research Center - FCF/USP
http://lattes.cnpq.br/8111751949796851
ORCID iD: 0000-0002-6866-348X

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica a respeito da atividade minerária em Minas Gerais. Para isso, percorremos uma extensa bibliografia sobre o tema buscando construir um relato sintético, porém, bastante fidedigno sobre o assunto. Abordamos inicialmente a importância da atividade minerária de forma geral, a importância para o Brasil e, em seguida, para Minas Gerais, através de um breve histórico. Para verificar a importância da mineração para Minas Gerais nos dias de hoje, realizamos uma análise quantitativa da produção mineral no estado e seu posicionamento no âmbito brasileiro. Em seguida elaboramos um contraponto entre a produção minerária mineira e as tragédias envolvendo rompimentos de barragens. A partir deste contraponto traçamos uma breve reflexão sobre os rumos futuros da mineração em Minas Gerais. Em um segundo momento, abordamos a questão do licenciamento ambiental no Brasil, traçando um breve histórico, seguido por uma análise das discussões mais atuais sobre o tema. Depois, elaboramos um breve histórico sobre o licenciamento ambiental em Minas Gerais, as legislações atuais e, especificamente, os regramentos para renovação de licenças ambientais. Por fim, trouxemos a questão dos indicadores de acompanhamento e avaliação traçando uma correlação destes com a questão ambiental e sua aplicabilidade no licenciamento ambiental. Concluímos que a atividade minerária é de extrema importância para o estado de Minas Gerais e que a legislação referente ao licenciamento ambiental evoluiu muito ao longo do tempo, principalmente nos últimos anos.

Concluímos ainda que, é viável e pertinente a instrumentalização de indicadores ambientais a serem aplicados em sintonia ao processo de licenciamento ambiental e renovação de licenças ambientais.
PALAVRAS - CHAVE: Mineração. Minas Gerais. Licenciamento ambiental. Renovação de licença. Indicadores.

MINING IN MINAS GERAIS, HISTORY, TRAGEDIES AND COURSES

ABSTRACT: This work aims to make a literature review about the mining activity in Minas Gerais. For this, we went through an extensive bibliography on the subject, seeking to build a synthetic but very reliable report on the subject. We initially approached the importance of the mining activity in general, the importance for Brazil and then for Minas Gerais, through a brief history. To verify the importance of mining for Minas Gerais today, we carried out a quantitative analysis of mineral production in the state and its positioning in the Brazilian context. Then, we elaborated a counterpoint between mining mining production and the tragedies involving dam failures. From this counterpoint, we outline a brief reflection on the future directions of mining in Minas Gerais. In a second moment, we approach the issue of environmental licensing in Brazil, tracing a brief history, followed by an analysis of the most current discussions on the subject. Afterwards, we elaborated a brief history on the environmental licensing in Minas Gerais, the current legislations and, specifically, the rules for the renewal of environmental licenses. Finally, we bring up the issue of monitoring and evaluation indicators, drawing a correlation between these and the environmental issue and its applicability in environmental licensing. We conclude that the mining activity is extremely important for the state of Minas Gerais and that the legislation regarding environmental licensing has evolved a lot over time, especially in recent years. We also conclude that it is feasible and pertinent to implement environmental indicators to be applied in line with the environmental licensing process and renewal of environmental licenses.
KEYWORDS: Mining. Minas Gerais. Environmental licensing. License renewal. Indicators.

1 I INTRODUÇÃO

A atividade minerária acompanha a humanidade há muito tempo fazendo parte de nossas vidas de forma indireta, por meio dos produtos resultantes do aproveitamento dos recursos minerais, ou mesmo de forma mais direta com à geração de empregos e impactos ambientais (IBRAM, 2020).

O Brasil ocupa posição de destaque na mineração e é referência no setor tanto pelos volumes produzidos, quanto pelos consumidos e exportados. Tais fatos nos convidam a refletir mais sobre o tema, sobre sua história, suas regulamentações e, até mesmo, sobre as consequências da atividade minerária nas diversas dimensões sociais (SANTOS; DEMAJOROVIC, 2020).

Nesse contexto, o Brasil se apresenta como um destaque na mineração mundial, tendo Minas Gerais um importante papel na mineração brasileira: sua história tem intrínseca relação com a atividade minerária ressaltando que entender o atual cenário da mineração

de Minas Gerais requer partir do ontem para entender o hoje. O primeiro produto minerado em lavras mais sofisticadas no estado foi o ouro em 1819 no município de Mariana, na Mina da Passagem. Depois dele, como veremos ao longo do trabalho, outros produtos também ganharam relevância na atividade minerária do estado.

Nesse sentido, não há como se falar em mineração em Minas Gerais hoje sem se abordar a questão da regulamentação, das legislações, dos desastres e até mesmo dos impactos de possíveis paralisações desta atividade. Destarte, a paralisação da mineração tem impactos em diversos setores de atividade econômica, incluindo aí renda e arrecadação (DOMINGUES, et al, 2019). Contudo, nenhuma analise financista deve se sobrepor à prioridade da vida e, nesse sentido, observamos no estado duas tragédias pela atividade mineradora, que causaram devastação ambiental, sócio econômica e humana (DOMINGUES, et al, 2019).

Assim, consideramos importante a análise das normas e das legislações referentes à atividade minerária no estado de Minas Gerais, especialmente em relação ao licenciamento ambiental e a renovação de licenças. Dentro desta reflexão cabe ainda correlacionar possíveis indicadores ambientais e sua aplicabilidade ao licenciamento ambiental, tendo em vista a ideia de melhoria do processo.

2 | MINERAÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA EM MINAS GERAIS

A atividade minerária já permeia a humanidade a muito tempo. Por volta dos 3000 a.C a sociedade passou a experimentar algo que os diferenciou dos grupos humanos anteriores, o bronze. A partir da idade do bronze, ferramentas e utensílios metálicos passaram a fazer parte da vida do homem (JORGE, 1997).

Foi provavelmente por acidente que o homem aprendeu a misturar estanho e cobre para obter o bronze. Mas, a partir deste momento, o homem passou a minerar para suprir suas demandas de armas, ferramentas e utensílios. Com o passar do tempo, a evolução da metalurgia e da mineração levaram os objetos advindos destas atividades a ocuparem cada vez mais espaço em nossas vidas (BRASIL, s/data).

Este espaço ocupado em nossas vidas talvez não apareça de forma evidente em nosso dia a dia, mas está presente em diversos objetos e funções. Os minerais metálicos, por exemplo, são muito presentes em objetos do nosso cotidiano: o alumínio tem mais de quatro mil aplicações, de alfinetes a aviões, de embalagens a navios; já o manganês é utilizado em ligas metálicas, tintas, cerâmicas, entre outros tantos produtos; o ferro tem uma aplicabilidade gigantesca, mas talvez um de seus maiores valores está na composição do aço; o ouro, muito lembrado quando se fala de joias, tem um papel fundamental na fabricação de instrumentos científicos e em equipamentos eletrônicos; já a platina é utilizada na odontologia, instrumentos de laboratórios, mísseis, fornos elétricos de alta temperatura, entre outros. Pedras preciosas como o diamante também estão presentes além das joias:

ele se aplica a diversas ferramentas de corte e perfuração. Os rubis e safiras de baixa qualidade são utilizados como abrasivos e em relógios (BRANCO, 2014).

O cimento utilizado na construção civil também utiliza minerais em sua composição. Um celular está repleto de peças metálicas com origem em minerais. O vidro das janelas de nossas casas também apresenta em sua composição variados minerais. Ou seja, a mineração está presente em vários momentos de nosso dia a dia sem que talvez nos atentemos (BRANCO, 2014).

O Brasil é rico em recursos minerais e é um dos maiores produtores e exportadores de minerais do mundo. Dados do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2020) apontam que em 2019, o Brasil foi o maior exportador de nióbio do mundo, o segundo de ferro, o terceiro de vermiculita e grafita, o quarto de vanádio e o quinto quando se trata de bauxita.

Nossos princiais compradores de susbstâncias metálicas em 2019 foram China, Estados Unidos, Holanda, Canadá, Malásia e Japão, nesta ordem. Interessante destacar que a China sozinha comprou mais do Brasil do que todos os outros países desta lista juntos. Em 2019 a China comprou do Brasil mais de 15,9 bilhões de dolares em substâncias metálicas, já Estados Unidos, Holanda, Canadá, Malásia e Japão juntos compraram, no mesmo período, pouco mais de 15,4 bilhões de dolares segundo o Anuário Mineral Brasileiro de 2020 (BRASIL, 2020 a).

Quanto à produção mineral do Brasil em 2019, ainda conforme Brasil (2020 a), podemos destacar dados relevantes referentes a algumas das principais *commodities* minerárias do mundo. A produção *Run of Mine* (ROM) de alumínio ultrapassou 39 milhões de toneladas, com uma produção beneficiada de mais de 28 milhões de toneladas, o que levou a uma produção beneficiada comercializada de quase quatro bilhões de reais. A produção *Run of Mine* (ROM) de ferro ultrapassou 510 milhões de toneladas, com uma produção beneficiada de mais de 396 milhões de toneladas resultando em uma produção beneficiada comercializada de mais de 93 bilhões de reais. Já a produção *Run of Mine* (ROM) de manganês foi de mais de 5,7 milhões de toneladas, a produção beneficiada foi de mais de 3,7 milhões de toneladas o que propiciou uma produção beneficiada comercializada de mais de 2 bilhões de reais. O ouro, por sua vez, teve uma produção *Run of Mine* (ROM) de mais de 71 milhões de toneladas, com uma produção beneficiada de mais de mais de 78,4 mil quilos o que resultou em uma produção beneficiada comercializada de mais de 13,6 bilhões de reais (BRASIL, 2020 a).

Toda esta produção requer bastante mão de obra e segundo o IBRAM (2020), o setor do extrativismo mineral registrava em 2019 pouco mais de 174.7 mil empregos diretos, contudo, o setor gera um efeito multiplicador de 3,6 postos de trabalho sobre a indústria de transformação mineral, o que determinaria algo em torno de 629 mil empregos na cadeia produtiva seguinte. O IBRAM (2020) aponta ainda que o efeito multiplicador também ocorre antes de um projeto ser implantado, chegando a 13 empregos indiretos ou induzidos, o que segundo o Instituto levaria a quase 2,2 milhões de trabalhadores envolvidos de alguma

forma com a atividade minerária. A participação do setor mineral no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro é de aproximadamente 4%, o que representou no ano de 2018 um valor de 296,38 bilhões de reais (IBRAM, 2020).

Como podemos observar nos dados apresentados, a atividade minerária é extremamente importante para a economia brasileira. E nesse contexto, o estado de Minas Gerais é um dos mais importantes na produção minerária do país. A seguir faremos uma breve contextualização histórica desta atividade.

É importante dizer que a atividade minerária brasileira não ocorreu imediatamente após a chegada dos portugueses ao Brasil. Aparentemente a coroa portuguesa só demonstrou interesse, de fato, sobre o Brasil após observar o êxito espanhol no México e no Peru, e a partir de questões religiosas locais. Mas a trajetória aqui não foi célere. Somente no século XVII foram encontrados aluviões de ouro e diamantes em Minas Gerais. A atividade minerária levou à opulência do ciclo do ouro do século XVIII. Contudo, a exploração predatória levou à decadência do século XIX (SILVA, 2013).

Na primeira década do século XIX a coroa portuguesa tentando resgatar a mineração brasileira contratou o Barão Wilhelm Ludwig von Eschwege. Ele criou a primeira empresa de mineração no Brasil ao fundar a Sociedade Mineralógica de Passagem. Eschwege também foi responsável pela construção da Imperial Fábrica de Ferro, próximo ao atual município de Congonhas (SILVA, 2013). Ainda no século XIX, investimentos minerários ingleses vieram para o Brasil, como a Mineração Morro Velho S/A. Mas foi já sob a égide da primeira república que a economia mundial tomou conhecimento das reservas de ferro de Minas Gerais (SILVA, 2013).

Na Nova República, já em 1930, o bem mineral foi definido como propriedade da Nação. Em 1934 foi instituído o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Em 1942, em pleno esforço de guerra, nasceram a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD). A CVRD só toma vulto na década de 1960. Antes, em 1950, a empresa americana *The Hanna Mining Company* fez investimentos no Brasil por meio das empresas Mineração Morro Velho S/A e Mineração Novalimense S/A que acabaram por originar a Minerações Nacionais Reunidas S/A (MBR). Estas mineradoras têm seu legado nas Minas Gerais até os dias de hoje (SILVA, 2013).

A década de 1980 foi um período de decadência para a mineração, assim como para outras atividades econômicas no Brasil e em Minas Gerais. O último destaque histórico sobre a atividade minerária de Minas Gerais que gostaríamos de fazer se refere à controversa privatização da Companhia Vale do Rio Doce na segunda metade da década de 1990 (SILVA, 2013). Nas décadas seguintes o setor minerário passou por um significativo processo de reorganização culminando em uma realidade atual totalmente transformada, como veremos nos dados a seguir.

Os números da mineração em Minas Gerais nos dias de hoje impressionam. Conforme o Anuário Mineral Brasileiro de 2020 (BRASIL, 2020 a), Minas teve posição de

destaque na produção de alguns dos principais minerais. A produção *Run of Mine* (ROM) de alumínio ultrapassou 2,4 milhões de toneladas, com uma produção beneficiada de mais de 1 milhão de toneladas, o que propiciou uma produção beneficiada comercializada de mais de 120 milhões de reais. A produção *Run of Mine* (ROM) de manganês foi de pouco mais de 548 mil toneladas, uma produção beneficiada de mais de 409 mil toneladas o que gerou uma produção beneficiada comercializada de mais de 63 milhões de reais. A produção *Run of Mine* (ROM) de ouro foi de mais de 55,2 milhões de toneladas, o que levou a uma produção beneficiada de mais de 33 mil quilos de ouro, o que reverberou uma produção beneficiada comercializada de mais de 5,9 bilhões de reais. A produção *Run of Mine* (ROM) de ferro foi de mais de 311 milhões de toneladas, com uma produção beneficiada de mais de 203 milhões de toneladas o que proporcionou uma produção beneficiada comercializada de mais de 44,7 bilhões de reais. A análise destes dados requer cuidado uma vez que a produção ROM maior não implica necessariamente em uma produção beneficiada maior ou mesmo comercializada maior. Isto se deve ao teor do minério no material extraído e a diferenças de valores por tonelada conforme momento da venda ou mesmo forma de negociação. Assim, vale apontar que quanto ao alumínio, Minas Gerais é o segundo maior produtor em ROM e também o segundo colocado em comercialização, perdendo apenas para o estado do Pará. No caso do manganês, Minas fica em segundo lugar quanto à produção ROM, mas passa para terceiro quando se trata da comercialização, sendo que quanto à produção beneficiada comercializada o primeiro lugar é do Pará e o segundo lugar é do estado do Mato Grosso do Sul. Quanto ao ouro, Minas ocupa o primeiro lugar com larga vantagem, tanto na produção quanto na comercialização. No caso do ferro, Minas ocupa o primeiro lugar na produção de ROM, mas perde por pouco para o estado do Pará quando se trata da comercialização de ferro no ano de 2019 (BRASIL, 2020 a).

Na contramão da gigantesca importância econômica da mineração para o estado de Minas Gerais, acima explicitada, se apresenta a questão de rompimento de barragens de contenção de rejeitos neste estado. Pouco mais de sete meses após o trágico rompimento da barragem de Fundão da Samarco, em Mariana, durante 96ª Reunião Ordinária da Unidade Regional Colegiada Rio das Velhas do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), ocorrida em 28 de junho de 2016, foi aprovado o licenciamento de uma das maiores barragens de contenção de rejeitos já projetada para ser implantada em Minas Gerais. A barragem apresentará capacidade de armazenar mais de 108 milhões de metros cúbicos de rejeitos, com uma altura final de 86 metros e com algo em torno de 890 metros de cumprimento de crista.

Pode-se imaginar que, diante do rompimento, uma nova barragem deste porte só teria seu licenciamento ambiental aprovado se a localização da barragem não colocasse novas vidas em risco. Contudo, não foi o que aconteceu. Na zona de autossalvamento foram identificadas propriedades com moradia permanente de pessoas: propriedades no Condomínio Vale dos Pinhais; no Condomínio Estância Alpina; Fazenda Riviera; Fazenda

Retiro das Flores; Rancho Loyola e Rancho do Sossego. (MINAS GERAIS, 2016 d).

Não se trata de caminhos sem alternativas, já existem diversas opões tecnológicas ao uso de barragens de rejeitos na mineração como podemos observar em Guedes e Schneider (2017). Os autores apontam o empilhamento drenado como uma dessas alternativas para rejeitos granulares (minério de ferro, por exemplo), cujos principais objetivos são maior estabilidade do maciço em decorrência de sua não saturação; aumento da capacidade do reservatório, uma vez que se obtém maior densidade dos rejeitos; em caso de ruptura, observa-se menor potencial de dano; menor custo de reabilitação ambiental, já que se obtém melhores condições para fechamento; menor risco de liquefação e ruptura, pois pode-se ter condições mais seguras para alteamentos a montante (GUEDES; SCHNEIDER, 2017).

Diante de tragédias como as ocorridas em Minas Gerais, o uso de alternativas tecnológicas para a disposição de rejeitos de minério se fazem urgentes. São vidas, são homens, mulheres e crianças que não podem mais ser expostos a tal nível de risco. É necessário que, para além da dimensão ambiental, a mineração se atente também à dimensão social:

> A tarde do dia 5 de novembro de 2015 corria tranquila na comunidade de Bento Rodrigues, onde moravam aproximadamente 600 pessoas que se cumprimentavam e conheciam pelo nome (POLIGNANO ***et al***, 2019, p.64).

Na citação acima podemos observar como essa dimensão social se faz tão presente e fundamental. Os resultados de um rompimento de barragem impactam não só as vidas ali perdidas, mas também as que ficaram, como nos relata Bastos (2019):

> Quando irrompe o derramamento de lama da barragem de Fundão, no distrito de Bento Rodrigues em Mariana/MG, no dia 5 de novembro de 2015, danos e afetações incidem nas vidas das vítimas atingidas (BASTOS, 2019, p. 124-125).

É difícil mensurar a tragédia que se acometeu sobre estes grupos sociais, vidas perdidas e vidas transformadas. As próprias ações corretivas, ambientais, sociais e econômicas deixaram e deixarão suas marcas sobre espaço social por várias décadas. É difícil também compreender como pouco mais de três anos depois da tragédia de Mariana, outra tragédia do mesmo tipo pudesse acontecer em Minas Gerais e gerar as consequências ainda mais dramáticas.

Bastos (2019) afirma sobre o rompimento da barragem da Samarco em Mariana que, “sem dúvida, é um dos maiores crimes socioambientais não só do Brasil, mas do mundo, equiparando posteriormente apenas ao rompimento da barragem do Córrego do Feijão, em Brumadinho/MG, em 25 de janeiro de 2019, operada pela Vale” (BASTOS, 2019, p. 124-125). E nesse sentido, as afetações advindas destas tragédias se fazem perceber em várias instâncias: sobreviventes em estado de choque; atingidos com seus direitos soterrados; médicos relatando casos de diarreia, náusea, dores de cabeça, picos de pressão, insônia e doenças de pele que passaram a ser diagnosticadas nas comunidades

atingidas (RADIS, 2019).

Diante dessas tragédias, ou crimes, como muitos preferem nomear, se fez necessário definir alguns novos caminhos para mineração em Minas Gerais. Uma das mudanças de rumo se concretizou pela edição da Lei Federal 14.066/2020 que, em seu artigo segundo, determinou a proibição de construção ou o alteamento de barragem de mineração pelo método a montante (BRASIL, 2020 b). De fato, os dois eventos aqui citados envolviam estruturas com tal método construtivo, mas considerando que até o rompimento este método era considerado “seguro”, fica a dúvida se os outros métodos de alteamento - centro e jusante - serão considerados “seguros” até que um novo rompimento decrete sua insegurança.

Os rumos da mineração no estado de Minas Gerais, ao nosso ver, passaram inevitavelmente por um redesenho de forças e atores sociais. A esperança perpassa por uma compreensão por parte dos empreendedores de que os regramentos não nascem para puni-los, mas sim para orquestrar adequadamente o equilíbrio de forças entre os atores envolvidos. Um bom exemplo de como a mineração do futuro deve ser compreendida, é descrita pelo IBRAM (2020) quando a coloca como uma mineração

> [...] alinhada à sustentabilidade. Indutora das boas práticas de ESG (meio ambiente, responsabilidade social e governança) em tudo o que faz. Ética e transparente em seus relacionamentos com as pessoas. Inclusiva. Influente e parceira nas iniciativas promotoras do desenvolvimento socioeconômico e de qualidade à vida das pessoas em geral.
>
> Todas as ações do IBRAM são direcionadas a construir uma nova perspectiva de futuro para a mineração brasileira, traçando estratégias e liderando a transição do setor para um cenário ainda mais produtivo. Com sustentabilidade, segurança e responsabilidade com todos à sua volta (IBRAM, 2021, p.15).

3 I LICENCIAMENTO AMBIENTAL E RENOVAÇÃO DE LICENÇAS AMBIENTAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

A partir deste ponto versaremos sobre o histórico do licenciamento ambiental no Brasil e em Minas Gerais, suas questões atuais nas duas escalas, bem como sobre legislações e regulamentos para Minas Gerais.

O licenciamento ambiental no Brasil foi oficialmente instituído em 1981 por meio da Lei Federal nº 6.938, com destaque para o artigo terceiro, incisos primeiro, segundo e terceiro, que definiam nesta ordem, meio ambiente, degradação e poluição (BRASIL, 1981). Já em 1986, a Resolução nº 001/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), trouxe critérios e diretrizes para os Estudos de Impactos Ambientais (EIA) relativos a empreendimentos com significativo potencial de impacto ambiental.

Em consonância, a Constituição Federal de 1988 gravou em seu artigo 225, parágrafo primeiro, inciso IV, a questão do estudo prévio de impacto ambiental, determinando a exigência deste, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente

causadora de significativa degradação do meio ambiente.

A Conferência Rio 92 teve um papel marcante no avanço das discussões ambientais e a década de 1990 foi marcada por uma maior relevância ao licenciamento ambiental. Em 1997, a Resolução CONAMA nº 237/97 inovou ao passar a exigir licenciamento ambiental para todas as atividades potencialmente degradadoras e poluidoras. Essa resolução tem papel de destaque ao definir com clareza o conceito de licenciamento ambiental (COSTA, et al, 2016). De acordo com essa resolução, o licenciamento ambiental é um

> procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso (BRASIL, 1997).

Outra lei de destaque para o licenciamento ambiental foi publicada em 2011, a Lei Complementar nº 140 trouxe sua contribuição a este processo ao definir as competências de licenciamento ambiental entre a União, Distrito Federal e municípios (BRASIL, 2011). Assim, o processo de licenciamento ambiental passa a ter maior clareza quanto às competências de cada ente federado.

O licenciamento ambiental tem sido foco de diversas discussões no cenário atual do Brasil. Uma delas assenta em uma proposta sobre o marco do licenciamento ambiental, que voltou a ser discutido pela Câmara dos Deputados. O governo federal colocou o marco regulatório como uma das prioridades para 2021. A proposta da Lei Geral de Licenciamento Ambiental mais recente é a quarta versão do deputado Kim Kataguiri (DEM-SP), relator de um grupo de trabalho criado em 2019, para um substitutivo ao Projeto de Lei nº 3729/04 (BRASIL, 2021).

Segundo a agência Notícias da Câmara dos Deputados, especialistas, secretários de Meio Ambiente, servidores públicos da área e o ex-deputado e ex-ministro do Meio Ambiente Sarney Filho pediram mudanças naquele parecer apresentado por Kim Kataguiri. Ainda segundo a agência, para alguns o texto não trata de forma adequada as especificidades de cada região e contém regras mais flexíveis para alguns empreendimentos. Por outro lado, quem defende o parecer avalia que regras descentralizadas geram confusão e insegurança jurídica, sendo um entrave ao desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2021).

Outra discussão atual que se conecta ao licenciamento ambiental é relativa à chamada “Lei de Liberdade Econômica”, a Lei Federal nº 13.874/2019 institui a declaração de direitos de liberdade econômica e estabelece garantias de livre mercado. Com a instituição desta lei, foram introduzidas no ordenamento jurídico brasileiro diversas inovações, dentre as quais o direito ao exercício de atividade econômica de baixo risco, sem a necessidade de quaisquer atos públicos de liberação da atividade econômica, inclusive ambientais. Os próximos anos revelarão o impacto destas mudanças sobre o meio ambiente.

Em Minas Gerais um marco significativo na história da legislação ambiental do estado foi o Decreto nº 18.466/1977 que instituiu a Comissão de Política Ambiental (COPAM) (MINAS GERAIS, 1977). Já na década de 1980 é promulgada a Lei Estadual nº 7.772 que dispõe sobre as medidas de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente no estado de Minas Gerais, inclusive, gravando o conceito de meio ambiente, poluição e apontando a política estadual de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente (MINAS GERAIS, 1980).

Seguindo este caminho evolutivo da legislação ambiental de Minas Gerais, em 1987 a Lei Estadual nº 9.514 estabeleceu a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA) e transformou o Comissão de Política Ambiental em Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) (MINAS GERAIS, 1987 a). Ainda no mesmo ano, a Lei Estadual nº 9.525 instituiu a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) (MINAS GERAIS, 1987 b). Já em 1995, a Lei Estadual nº 11.903 criou a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, cuja organização foi definida pela Lei Estadual 12.581/1997 (MINAS GERAIS, 1995; MINAS GERAIS, 1997). Esta nova estruturação foi um avanço na análise do licenciamento ambiental, tendo sido a competência dividida entre cada órgão.

> No ano de 1997, a publicação de novas Leis Estaduais determina uma reorganização na estrutura do sistema ambiental. A Lei Estadual nº 12.581/97, reorganiza a SEMAD, a nº 12.582/97 reorganiza o IEF, a nº 12.583/97, reorganiza a FEAM, a nº 12.584/97 reorganiza o DRH, o qual passa a se chamar Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), e a Lei nº 12.585 reorganiza o COPAM. Através dessas modificações, a SEMAD se torna o órgão ambiental do Estado, papel antes atribuído à FEAM, e deverá exercer as funções de Secretaria Executiva do COPAM e do CERH. O COPAM é descentralizado, por meio de unidades regionais, e a FEAM e o IEF serão responsáveis pela instrução e assessoria dos processos para julgamento nas câmaras (MORAIS, 2010, p.51).

O ano de 2004 tem um grande destaque para a legislação ambiental mineira. Neste ano foi publicada a importante Deliberação Normativa COPAM nº 74, que estabeleceu critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual e determinou normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental (MINAS GERAIS, 2004).

Em 2006 a Lei Estadual nº 15.972 criou no âmbito da FEAM as diretorias de licenciamento de atividades industriais e minerárias e a diretoria de licenciamento de infraestrutura. Na mesma lei foi criada, no âmbito do IEF a diretoria de monitoramento e licenciamento de atividades agrossilvipastoris (MORAIS, 2010).

Em 2007 temos um marco histórico ainda vigente que foi a instituição do Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA), a partir daí as atividades operacionais foram descentralizadas e passaram a ser executadas pelas Superintendências Regionais de Meio

Ambiente (SUPRAM), que assumiram a análise dos processos de licenciamento ambiental (MORAIS, 2010).

> A descentralização dos processos de licenciamento foi marcada, ainda, pela desconcentração do processo decisório de regularização ambiental – julgamento de licenciamento e aplicação de penalidades – para unidades regionais do COPAM, por meio de um processo gradual de criação, capacitação, instalação e operacionalização de dez Unidades Regionais Colegiadas - URC, compostas também por equipes de apoio operacional lotadas nas SUPRAM's (MORAIS, 2010, p.54)

Outra regulamentação de destaque veio com o Decreto 45.824/2011 que dispôs sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). Ressalta-se que em seu artigo 28 foi definida a Diretoria de Apoio Técnico e Normativo com a finalidade de coordenar e orientar os processos de regularização ambiental desenvolvidos no âmbito do SISEMA, buscando padronização e alinhamento (MINAS GERAIS, 2011).

Em 2016, a Lei Estadual nº 21.972 reestruturou o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) descrevendo, inclusive, as competências da SEMAD e do COPAM relativas ao licenciamento. O capítulo II desta lei trata especificamente do licenciamento ambiental no estado, conceituando o licenciamento ambiental, elencando suas modalidades, caracterizando o licenciamento ambiental trifásico, concomitante e o licenciamento ambiental simplificado entre outras decisões pertinentes ao tema. O texto da lei revela uma busca pela diminuição da burocracia e simplificação dos licenciamentos de atividades de baixo impacto sobre o meio ambiente. (MINAS GERAIS, 2016 a).

Ainda 2016, foi publicado o Decreto nº 46.937 que regulamentou o artigo 28º da Lei Estadual nº 21.972/2016, referente a convênios de cooperação técnica entre o estado de Minas Gerais e municípios. De acordo com o primeiro Decreto, os municípios que disponham de estrutura de gestão ambiental, poderão celebrar com o estado de Minas Gerais, através da SEMAD, convênio de cooperação técnica e administrativa, visando especialmente ao licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, cujos impactos ambientais estejam restritos aos limites territoriais municipais e à correspondente fiscalização pela esfera municipal (MINAS GERAIS, 2016 b). Considerando as dificuldades latentes do órgão ambiental para dar vazão ao volume de processos de licenciamento que tramitam no estado, a possibilidade de os municípios atenderem a parte desta demanda pode vir a auxiliar na melhoria do fluxo.

Também no ano de 2016, o Decreto nº 46.953 veio dispor sobre a organização do COPAM. Em seu artigo terceiro, estabeleceu a competência decidir, por meio de suas câmaras técnicas, sobre processo de licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos de médio porte e grande potencial poluidor, de grande porte e médio potencial poluidor e de grande porte e grande potencial poluidor (MINAS GERAIS, 2016 c). No seu artigo quarto, também foi definida a estrutura de seis câmaras técnicas

especializadas: Câmara de Políticas de Energia e Mudanças Climáticas (CEM); Câmara de Proteção à Biodiversidade e de Áreas Protegidas (CPB); Câmara de Atividades Minerárias (CMI); Câmara de Atividades Industriais (CID); Câmara de Atividades Agrossilvipastoris (CAP); Câmara de Atividades de Infraestrutura de Energia, Transporte, Saneamento e Urbanização (CIF) (MINAS GERAIS, 2016 c).

A Deliberação Normativa COPAM nº 213/2017 regrou a questão da atribuição originária dos municípios de Minas Gerais quanto ao licenciamento ambiental (MINAS GERAIS, 2017 a). Tal ação pode ser compreendida como mais um passo rumo a descentralização, e, em tese, na busca pela celeridade no processo de licenciamento. Contudo, o resultado desta descentralização depende da capacidade dos municípios em estruturar equipes e condições condizentes com a tarefa posta.

Ainda em 2017, foi publicada a Deliberação Normativa COPAM nº 214 que estabeleceu as diretrizes para a elaboração e a execução dos Programas de Educação Ambiental no âmbito dos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais, regramento este alvo de muitas controvérsias até os dias de hoje (MINAS GERAIS, 2017 b).

Observamos que, mesmo diante de todas as normativas citadas, talvez o regramento atual mais pertinente e mais utilizado na prática cotidiana do licenciamento em Minas Gerais seja a Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, que estabeleceu a atualização dos critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como inovou com os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais de Minas Gerais e revogou a Deliberação Normativa nº 74/2004 (MINAS GERAIS, 2017 c).

Já em 2018, é publicado o Decreto nº 47.383 que estabeleceu normas para licenciamento ambiental, tipificou e classificou as infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabeleceu procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades (MINAS GERAIS, 2018). Em 2019, é publicado o Decreto nº 47749 que apresentou regramentos específicos sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2019).

A partir de 2020 foram editados diversos regramentos vinculados principalmente a adequações necessárias à situação de emergência sanitária decorrente da pandemia da COVID-19. E em 2021, temos a publicação da Deliberação Normativa COPAM nº 240 que fez pequenas alterações na Deliberação Normativa nº 217/2017, com a alteração de alguns conceitos e códigos (MINAS GERAIS, 2021).

Ainda dentro da temática do licenciamento ambiental, a questão da renovação das licenças ambientais em Minas Gerais, que reside no cerne deste trabalho, aparece no conteúdo de vários dos regramentos supracitados, contudo, neste momento, abordaremos os títulos legais diretamente relacionados a este tema.

A Resolução CONAMA nº 237/1997 nos fala sobre a renovação de licenças de operação e avaliação de desempenho ambiental:

> Art. 18, inciso III, § 3º Na **renovação** da Licença de Operação (LO) de uma atividade ou empreendimento, o órgão ambiental competente poderá, mediante decisão motivada, aumentar ou diminuir o seu prazo de validade, após **avaliação do desempenho ambiental** da atividade ou empreendimento no período de vigência anterior, respeitados os limites estabelecidos no inciso III.
>
> Art. 18, inciso III, § 4º A renovação da Licença de Operação (LO) de uma atividade ou empreendimento deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença, **ficando este automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva do órgão ambiental** competente (BRASIL, 2017 - grifo nosso).

Em Minas Gerais, o Decreto nº 47.383 de 2018, alterado pelo Decreto nº 47.474 também de 2018, versa sobre as renovações de licenças:

> Art. 37 - O processo de renovação de licença que autorize a instalação ou operação de empreendimento ou atividade deverá ser formalizado pelo empreendedor com antecedência mínima de cento e vinte dias da data de expiração do prazo de validade, que **será automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva** do órgão ambiental competente quanto ao pedido de renovação.
>
> § 4º - As licenças que autorizem a operação, emitidas para as tipologias de atividades e de empreendimentos que, por sua natureza, por suas características intrínsecas ou por outros fatores relevantes, não possam ou não necessitem ser objeto de avaliação de desempenho ambiental ou deixem de pertencer a um empreendedor específico, **estarão dispensadas do processo administrativo de renovação**, sem prejuízo da obrigação de cumprimento de todas as condicionantes já estabelecidas no respectivo processo e de todas as medidas de controle ambiental (MINAS GERAIS, 2018 - grifo nosso).

Já a Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017 nos apresenta o principal documento relativo à renovação da licença ambiental em Minas Gerais: o Relatório de Avaliação do Desempenho Ambiental (RADA). A deliberação explicita que este documento tem como objetivo avaliar o “desempenho ambiental dos sistemas de controle implantados, bem como das medidas mitigadoras estabelecidas nas licenças anteriores, e instruirá o processo de renovação de LO” (MINAS GERAIS, 2017 c).

Ao longo da discussão deste tópico, pudemos observar uma significativa evolução tanto da estrutura organizacional do órgão ambiental do estado de Minas Gerais, quanto das legislações que regem o licenciamento ambiental no estado. Contudo, fica notório a fragilidade de documentos específicos sobre a questão da renovação das licenças ambientais.

4 I INDICADORES DE ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÃO NO ÂMBITO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Considerando a proposta deste trabalho, o embasamento adequado sobre indicadores se faz profundamente necessário, assim, este tópico se dedicará a uma revisão sobre características e tipos de indicadores, bem como a sua aplicabilidade na área ambiental.

Indicador é uma palavra que tem sua origem no latim *indicare*, cujo significado é descobrir, apontar, anunciar e estimar. Os indicadores têm o papel de informar ou comunicar sobre o progresso de uma determinada meta e as principais funções dos indicadores perpassam pela avaliação de condições e tendências, comparação entre lugares e situações, avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos, prover informações de advertência e antecipar futuras condições e tendências (BELLEN, 2005).

Indicadores podem ser descritos como medidas qualitativas ou quantitativas que apontam a situação de uma operação, processo ou sistema. Nesta linha de raciocínio, desempenho seria a comparação entre o que foi realizado e o que era esperado. Assim, temos que indicadores de desempenho seriam medidas que fazem a comparação entre o que foi realizado em relação ao que era a expectativa (FRANCISCHIN; FRANCISCHIN, 2017).

Desta forma utilizar indicadores para o acompanhamento do desempenho é muito importante para se compreender os pontos de melhoria tanto de processos quanto de resultados. Entretanto, é importante ressaltar que indicadores não resolvem os problemas, eles servem para apontar os problemas, caso existam, contudo, cabe à gestão acompanhar os indicadores, identificar as possíveis falhas e implementar melhorias (FRANCISCHIN; FRANCISCHIN, 2017).

Quando tratamos de indicadores se faz primaz estabelecer a diferença entre índice e indicador. Indicadores, tradicionalmente, possuem unidades de medidas específicas, como porcentagem, toneladas por hora, quilômetros por litro e assim por diante. Os índices, geralmente utilizam pontuações para medir sua evolução, tratam de grandezas complexas, normalmente agregando e sintetizando um conjunto de indicadores. Os índices podem, por exemplo, mostrar a composição de vários indicadores ponderados para formar um novo valor que agregue seu comportamento (FRANCISCHIN; FRANCISCHIN, 2017).

Feita a conceituação inicial acima delineada, vale neste momento fazer uma primeira inserção da temática dos indicadores na questão ambiental. Na área ambiental também se faz necessário o acompanhamento dos resultados de alguma forma. Este resultado pode ser mensurado através da avaliação do desempenho ambiental. Nesse sentido, os indicadores de desempenho ambiental podem responder a fins internos ou externos. No âmbito interno, podem subsidiar a tomada de decisão, indicar pontos de melhoria e

comunicar metas ambientais entre outras funções. Externamente permitem a comparação com outras empresas, a divulgação pública de seus resultados ambientais entre outras funções (RODRIGUES, 2019).

Indicadores ambientais devem se fundamentar nos objetivos da avaliação, devem contemplar requisitos legais e demandas sociais, serem desdobrados a partir de aspectos ambientais significativos, considerar as diferentes escalas de impactos e condições ambientais, deve-se considerar ainda a rastreabilidade, a fonte de dados, a continuidade da informação e os custos envolvidos na criação de um indicador (RODRIGUES, 2019).

Seja na área ambiental ou de forma generalista é relevante entender os tipos de indicadores. Existem várias formas e critérios para classificar indicadores. Neste trabalho utilizaremos o desmembramento em indicadores estratégicos, de processo e de projeto. Indicadores estratégicos são orientados para atender a visão e objetivos estratégicos da organização (BRASIL, 2010).

Indicadores de processo, como o nome indica, visam o acompanhamento de processos, podem estar relacionados à produtividade ou eficiência, à qualidade ou eficácia, ou ainda à capacidade. Já os indicadores de projetos estão voltados a monitorar a execução de ações com início e fim previamente determinados (BRASIL, 2010).

Outra divisão representativa, muito utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), trabalha com a natureza do indicador e os divide em econômicos, sociais e ambientais (BRASIL, 2010).

Já as características dos indicadores perpassam por suas propriedades e respectivos requisitos envolvidos. Uma das propriedades importantes de um indicador se refere à sua relevância para a formulação de políticas. Esta propriedade deve apresentar os seguintes requisitos: representatividade, simplicidade, sensibilidade à mudanças, possibilidade de comparação, escopo abrangente e valores de referência.

Outra propriedade dos indicadores é a adequação à análise, a qual teria como requisitos a fundamentação científica, consenso sobre a sua validade e previsão em sistemas de informação (BRASIL, 2010). Destacamos, ainda a propriedade da mensurabilidade, cujos requisitos se ligam a sua viabilidade em termos de tempo e de recursos, que seja adequadamente documentado e atualizado periodicamente (BRASIL, 2010).

Pode-se falar ainda em propriedades essenciais e complementares dos indicadores. As essenciais envolvem a validade, a confiabilidade e a simplicidade. Já as complementares tem a ver com a sensibilidade, a desagregabilidade, a economicidade, a estabilidade, a mensurabilidade e a auditabilidade. A validade se refere à capacidade de representar o melhor possível a realidade. A confiabilidade se refere a origens e metodologias confiáveis. A simplicidade revela que indicadores devem ser de fácil obtenção, construção, manutenção, comunicação e entendimento. A sensibilidade é a capacidade do indicador refletir mudanças. A desagregabilidade se refere à capacidade de representação regionalizada. A economicidade tem a ver com a relação entre os custos do indicador e os benefícios

advindos. A estabilidade é a capacidade de estabelecimento de séries históricas que possibilitem monitoramento e comparação. A mensuralidade está ligada à capacidade de medição com precisão e sem ambiguidade. Já a auditabilidade é qualquer pessoa deve ser capaz de avaliar a boa aplicação das regras de uso daquele indicador (BRASIL, 2010).

Percebe-se que a construção de um instrumento ancorado em indicadores deve respeitar um conjunto de critérios para que cumpram de forma adequada o seu papel. Quando falamos de indicadores no bojo da questão ambiental se torna importante citar a NBR ISO 14031 (ABNT, 2004) que apresenta duas categorias de indicadores relacionados ao desempenho ambiental: o Indicador de Condição Ambiental (ICA) e o Indicador de Desempenho Ambiental (IDA).

Os indicadores de condição ambiental (ICA), segundo a ABNT (2004), fornecem informações sobre a condição do ambiente. Já os indicadores de desempenho ambiental (IDA) fornecem informações sobre esforços gerenciais e sobre o desempenho ambiental das operações da organização. A NBR ISO 14001 (ABNT, 2015) considera aspecto ambiental como o elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente. O aspecto ambiental pode causar um ou mais impactos ambientais significativos (ABNT, 2004; ABNT, 2015).

No âmbito do pensamento complexo que envolve a questão dos indicadores ambientais nos chamou a atenção a técnica SPB (método Sellitlo, Borchardt e Pereira – SBP) cujo objetivo principal é capturar a complexidade de sistemas ambientais e a natureza sistêmica de sua manifestação por meio de indicadores integrados (RODRIGUES, 2019). O método trabalha com as seguintes premissas:

> (i) o desempenho ambiental de uma operação antrópica pode ser desdobrado em construtos latentes que descrevem como as atividades da operação impactam o ambiente; (ii) os construtos podem ser apreendidos por indicadores; (iii) a prioridade dos construtos é variável e pode ser atribuída por gestores; e (iv) os indicadores podem ser agregados formando um índice global que oscila entre 0 e 100%, para comunicação e comparação entre operações. O resultado final informa as condições instantâneas da operação, segundo as circunstâncias apreendidas pelo modelo, pode servir como série histórica e desempenhar a função de retroalimentação na tomada de decisões e na definição, avaliação e melhoria da estratégia ambiental da operação. A definição dos construtos e dos indicadores ocorre em reuniões de grupo focado com especialistas em gestão ambiental, mediados por pesquisadores (RODRIGUES, 2019, p.55).

Nos parece essencial a utilização de indicadores para o trato da questão ambiental, indicadores que cumpram as características, propriedades, requisitos e premissas adequadas podem e devem contribuir muito para com a devida e justa análise ambiental. Desta forma, os estudos desta revisão orientaram a construção do instrumento de apoio à tomada de decisão quanto à renovação de licenças ambientais da atividade minerária em Minas Gerais apresentado neste trabalho.

5 I CONCLUSÃO

Ao longo do texto, observamos que a atividade minerária é de grande relevância para o estado de Minas Gerais. Faz parte de sua história: é passado e presente, tanto positiva, quanto negativamente. Ela gera empregos, arrecadação e produtos utilizados no dia a dia, mas também gera impactos ambientas e sociais.

Analisar as legislações referentes ao licenciamento ambiental e às renovações de licença nos mostra a evolução do tema ao longo do tempo. No entanto, ainda faltam instrumentos que auxiliem no acompanhamento de processos e no controle para que a atividade minerária continue a contribuir para a geração de renda, com a criação de empregos e arrecadações tributárias. Mas, ao mesmo tempo, instrumentos e tecnologias que garantam à sociedade o direito de usufruir das beneficies da mineração sem ter que temer novos desastres e impactos negativos.

Assim, o uso de indicadores adequados e fidedignos, pensados e elaborados para o acompanhamento dos processos de licenciamento e de renovações de licenças podem se apresentar como importantes dispositivos para o trabalho realizado pelo órgão ambiental do estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14031**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISSO 14001**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BASTOS, Lucas Grossi. Do sal da terra à sede do peixe: (des)governança, discurso e poder no desastre da Samarco/VALE/BHP. IN: PINHEIRO, Tarcísio Márcio Magalhães; et al (org). **Mar de lama da Samarco na bacia do Rio Doce: em busca de respostas**. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2019. p. 123-140.

BELLEN, Hans Michael van. **Indicadores de sus**tentabilidade: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

BRANCO. Pércio de Moraes. **Utilidade dos Minerais**. CPRM Divulga. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. 2014. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Utilidade-dos-Minerais-1105.html>. Acesso em 11 marc. 2021.

BRASIL. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em 03 abr. 2021.

BRASIL. **LEI Nº 13.874, DE 20 DE SETEMBRO DE 2019.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13874.htm>. Acesso em 06 abr. 2021.

BRASIL. CAMARA DOS DEPUTADOS**. Prioridade do governo inclui o novo marco do licenciamento ambiental** - Proposta há mais de 16 anos na Câmara dos Deputados está agora sob análise de um grupo de trabalho criado em 2019. Agência Câmara de Notícias, 2021. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/725999-prioridade-do-governo-inclui-o-novo-marco-do-licenciamento-ambiental>. Acesso em 06 abr. 2021.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 1, DE 23 DE JANEIRO DE 1986.** Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902>. Acesso em 03 abr. 2021.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf>. Acesso em 06 abr. 2021.

BRASIL**. Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm>. Acesso em 06 abr. 2021.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário Mineral Brasileiro**: **principais substâncias metálicas**. Agência Nacional de Mineração .Brasília: ANM, 2020 a.

BRASIL. **Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020**. 2020 b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14066.htm>. Acesso em 11 marc. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Idade do Bronze**. Britânica Digital Learning. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). s/data. Disponível em: <https://escola.britannica.com.br/artigo/Idade-do-Bronze/480850>. Acesso em 11 marc. 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO.SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E INVESTIMENTOS ESTRATÉGICOS - SPI. **Indicadores de programas**: Guia Metodológico. Brasília: MP, 2010.

COSTA, A.; et al. **Licenciamento Ambiental de Grandes Empreendimentos Minerários: dos alarmes que ninguém escuta à tragédia no Rio Doce**. Revista Geografias, *[S. l.]*, p. 95–113, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13469>. Acesso em: 06 abr. 2021.

DOMINGUES, Edson Paulo; et al. **Efeitos econômicos da paralisação de parte da produção minerária em Minas Gerais**. Nota técnica. Núcleo de Estudos em Modelagem Econômica e Ambiental Aplicada (NEMEA) / Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional / Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte. 2019. Disponível em: <https://pesquisas.face.ufmg.br/nemea/wp-content/uploads/sites/20/2019/02/Nota-tecnica_MineracaoMG-1.pdf>.Acesso em 17 jun. 2021.

FRANCISCHIN, Paulino G.; FRANCISCHIN, Andresa S.N. **Indicadores de Desempenho: dos objetivos à ação** — métodos para elabora KPIs e obter resultados. Rio de Janeiro: Alta Book, 2017.

GUEDES, Gilse; SCHNEIDER, Cláudio. **A busca das melhores opções tecnológicas para evitar acidentes**. Brasil Mineral, nº 372, 2017, p. 13-18. São Paulo: Signus. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/revista/372/>. Acesso em 30 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Informações sobre a economia mineral brasileira 2020 – Ano base 2019**. Instituto Brasileiro de Mineração; organizador, Instituto Brasileiro de Mineração. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2020.

JORGE, Susana Oliveira. **Diversidade regional na Idade do Bronze da Península Ibérica: visibilidade e opacidade do registro arqueológico**. Portugália, vol. 17-18, 1996-1997, p. 77-96. Porto: Universidade do Porto. Faculdade de Letras. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/8597/2/3854.pdf>. Acesso em 11 marc. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 18.466, de 29 de abril de 1977**. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=1041>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 7.772, de 8 de setembro de 1980**. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5407>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 9514, de 29 de dezembro de 1987**. 1987 a. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=9514&comp=&ano=1987>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 9.525, de 29 de dezembro de 1987**. 1987 b. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2210>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 11.903, de 06 de setembro de 1995.** Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2303>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa n.º 74, de 09 de setembro de 2004.** Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37095>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei n° 15.972, de 12 de janeiro de 2006.** Disponível em: <http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/leis/l15972_2006.html>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 45.824 de 20 de dezembro de 2011.** Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=DEC&num=45824&ano=2011>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016.** 2016 a. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40095>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 46.937, de 21 de janeiro de 2016**. 2016 b. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40097>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 46.953, de 23 de fevereiro de 2016**. 2016 c. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40255>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 213, de 22 de fevereiro de 2017**. 2017 a. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=43778>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 214, de 26 de abril de 2017.** 2017 b. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=44198>. Acesso em: 06 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017.** 2017 c. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.383, de 02 de março de 2018.** Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45918>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 47.749 de 11 de novembro de 2019.** Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=DEC&num=47749&comp=&ano=2019&texto=consolidado>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 240, de 29 de janeiro de 2021.** Disponível em: <http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/uploads/8xBYUIZ2pwDSLeoNJZs7YZ0IplQ2MB0-.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2021.

MINAS GERAIS. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Parecer Único nº 127/2015**. 2016 d. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/URCS_SupramCentral/RioVelhas/96/pu-maravilhas-iii.pdf>. Acesso em 07 abr. 2021.

MORAIS, Ana Flávia de Castro. **Trajetória da política ambiental no estado de Minas Gerais e seus desdobramentos sobre o processo de licenciamento ambiental**. Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho da Fundação João Pinheiro. 2010. (monografia). Disponível em: <http://monografias.fjp.mg.gov.br/bitstream/123456789/1721/1/Trajet%C3%B3ria%20da%20pol%C3%ADtica%20ambiental%20no%20estado%20de%20Minas%20Gerais%20e%20seus%20desdobramentos%20sobre%20o%20processo%20de%20licenciamento%20ambiental.pdf >. Acesso em 06 abr. 2021.

POLIGNANO, Marcus Vinícius; et al. **Impactos e danos provocados pelo crime da Samarco na bacia do Rio Doce e perspectivas socioambientais**. IN: PINHEIRO, Tarcísio Mácio Magalhães; et al (org). Mar de lama da Samarco na bacia do Rio Doce: em busca de respostas. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2019. p. 64-86.

RADIS COMUNICAÇÃO E SAÚDE. **Luto e Lama** – médicos voluntários na atenção básica de Brumadinho contam o que restou depois do rompimento da barragem. RADIS, nº 198, mar, 2019, p. 10-13). Rio de Janeiro: Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ).

RODRIGUES, Vanessa Isabel dos Santos. **Desenvolvimento de metodologia para aprimorar o monitoramento e controle das atividades industriais instaladas no Rio Grande do Sul e Licenciadas na Fepam**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia, Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Porto Alegre, BR-RS, 2019.

SANTOS, Giovanna Maekawa; DEMAJOROVIC, Jacques. **A avaliação de impacto social na mineração**. X Simpósio de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais da FEI. São Bernardo do Campo, 2020. Disponível em: <https://fei.edu.br/sites/artigos_sicfei_2020/095_SICFEI2020_ARTIGO.pdf>. Acesso 17 jun.2021.

SILVA, Olintho Pereira da. **A mineração em Minas Gerais:** passado, presente e futuro. Geonomos, fev, 2013. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

CAPÍTULO 23

PODER JUDICIÁRIO E MEIO AMBIENTE: O TRIBUNAL DE JUSTIÇA DE GOIÁS E SUAS PRÁTICAS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS

Data de aceite: 21/07/2021
Data de submissão: 05/05/2021

Fernando Antonio de Souza Ferreira
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás
Morrinhos - Goiás
http://lattes.cnpq.br/4840475262575098

Júlio Cesar Meira
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás
Morrinhos - Goiás
http://lattes.cnpq.br/8883594230407797

Mariana Luize Ferreira Mamede
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás
Morrinhos - Goiás
http://lattes.cnpq.br/1706963200082389

Cristiana Paula Vinhal
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás
Morrinhos - Goiás
http://lattes.cnpq.br/9807695019368944

Rossana Ferreira Magalhães
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás
Morrinhos - Goiás
http://lattes.cnpq.br/7813848960343745

Kennia Rodrigues Tassara
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás
Morrinhos - Goiás
http://lattes.cnpq.br/6624486677832070

Rayza Correa Alves Gonçalves
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás
Morrinhos - Goiás
http://lattes.cnpq.br/5335352833565125

Letícia Cristina Alves de Sousa
Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás
Morrinhos - Goiás
http://lattes.cnpq.br/5022554189819320

RESUMO: Após um longo período de degradação ambiental ocasionada por ações pautadas em uma racionalidade econômica cujos reflexos foram a acumulação, o consumo, a utilização irracional dos recursos naturais e a desigualdade, urgiu-se uma mudança de postura nas sociedades acerca de suas práticas de desenvolvimento, sob pena de vir à tona um cenário de condições insustentáveis à vida humana no planeta. Tal reestruturação da maneira como o avanço socioeconômico se manifestava até o século XX ensejou diversos movimentos em âmbito internacional que culminaram em um saber ambiental, oportunizando, dessa forma, o amplo debate e a institucionalização de práticas sustentáveis no setor privado e na Administração Pública. Segundo a Constituição Federal de 1988, a coletividade e o poder público possuem o dever de proteger, preservar e recuperar o meio ambienta e primar pelo uso sustentável com vistas a garantir um meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações. Neste sentido, a

atividade no âmbito das instituições públicas, inclusive no Poder Judiciário, foi redefinida após a consagração dos mecanismos de proteção ambiental inseridos no ordenamento, com a elaboração de diversas políticas públicas de sustentabilidade. O presente estudo busca compreender o fenômeno da preocupação e educação ambiental no âmbito do Tribunal de Justiça de Goiás, através do estudo das suas políticas públicas ambientais materializadas, em sua maioria, pelo Plano de Logística Sustentável. Para a consecução dos resultados, foram realizadas pesquisas e revisões bibliográficas, bem como pesquisas documentais e exploratórias. Os resultados através dos relatórios de desempenho apontam para um avanço na conscientização acerca da sustentabilidade, responsabilidade socioambiental e da reafirmação do meio ambiente equilibrado como direito humano fundamental no âmbito do TJ/GO, com o alcance das metas estabelecidas no seu Plano de Logística Sustentável.
PALAVRAS - CHAVE: Gestão Ambiental; Sustentabilidade; Políticas Públicas

JUDICIAL POWER AND THE ENVIRONMENT: THE GOIÁS COURT OF JUSTICE AND ITS ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE PRACTICES

ABSTRACT: After a long period of environmental degradation caused by actions based on an economic rationale whose consequences were the accumulation, consumption, irrational use of natural resources, and inequality, a change of attitude in societies regarding their development practices was urgently needed, under penalty of emerging a scenario of unsustainable conditions for human life on the planet. Such restructuring of how socioeconomic advancement manifested itself until the 20th century gave rise to several movements at the international level that culminated in environmental knowledge. Thus, providing the opportunity for the broad debate and institutionalization of sustainable practices in the private sector and Public Administration. According to the Federal Constitution of 1988, the collectivity and the public power have a duty to protect, preserve, recover the environment and prioritize sustainable use in order to guarantee an ecologically balanced environment for present and future generations. In this sense, the activity within the scope of public institutions, including the Judiciary, was redefined after the recognition of the environmental protection mechanisms inserted in the legal system, with the elaboration of several public policies of sustainability. The present study seeks to understand the phenomenon of environmental concern and education within the scope of the Goiás Court of Justice. For this purpose, the study of environmental public policies implemented by the Court of Justice of Goiás was carried out, mostly by the Sustainable Logistics Plan. The results were achieved through research and bibliographic reviews, as well as documentary and exploratory research. The performance reports analyzed point to an advance in awareness about sustainability, socio-environmental responsibility, and the reaffirmation of the balanced environment as a fundamental human right within the scope of the TJ / GO, with the achievement of the goals established in its Sustainable Logistics Plan.
KEYWORDS: Environmental Management; Sustainability; Public Policies.

1 I INTRODUÇÃO

Com a redemocratização do Estado Brasileiro e a promulgação da Constituição Cidadã de 1988, vários direitos humanos foram insculpidos no seu texto, tornando-se direitos fundamentais aparados por um sistema constitucional de garantias desses direitos,

inclusive os direitos e garantias referentes às questões ambientais. Rodrigues (2016) aponta a relevância de se elevar o conceito de proteção ambiental ao status constitucional com o reconhecimento do direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado para todos, incluindo-se as futuras gerações, garantido pela Lei maior.

Segundo a Constituição Cidadã (BRASIL, 1988), o meio ambiente ecologicamente equilibrado corresponde a um "bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida", cujo dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações cabe não só à coletividade, mas ao próprio Poder Público.

A preocupação ambiental está presente em todos os setores das atividades humanas, tanto no setor público quanto no setor privado, emergindo-se a ideia de "desenvolvimento sustentável" que, para Jacobi (2005), ante o avanço da crise ambiental no século XX, foi objeto de controvérsias e diferentes interpretações, além de constituir um instrumento oportuno de discurso dos diferentes grupos sociais, devido à sua ausência de especificidade e de maior embasamento político e econômico do que propriamente técnico-científico.

Assim, com a necessidade de conciliar o desenvolvimento com responsabilidade socioambiental, o processo de implementação, monitoramento e avaliação de políticas públicas ambientais deve constar na agenda de todos os entes da federação, tendo em vista que na instituição de uma política ambiental, mostra-se "necessário que o governo estabeleça os objetivos, defina as estratégias de ação, crie as instituições e estruture a legislação que a contém e orienta sua aplicabilidade" (MAGLIO; PHILIPPI JR., 2014, p. 261).

O Poder Judiciário, neste sentido, é um ator indispensável na questão da promoção da sustentabilidade, não devendo somente se atentar à interpretação e aplicação da lei, mas sim fomentar ações que promovam um meio ambiente ecologicamente equilibrado em seu espaço de atuação, como um verdadeiro cooperador.

Para Oliveira *et al.* (2014), o poder público possui uma função muito relevante ante o novo paradigma econômico ambiental, onde há uma inclusão dos fundamentos que prestigiam o meio ambiente nos aspectos socioeconômicos e, ainda, da própria qualidade de vida. Isso retrata a mudança de posicionamento por parte do poder público frente à problemática ambiental, partindo de uma postura conservadora para uma postura reformista, embasada no desenvolvimento sustentável.

Desta feita, foram empreendidas investigações referentes à existência de políticas públicas socioambientais no âmbito do Poder Judiciário goiano, tendo em vista a necessidade em se buscar um meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações através da urgente conciliação entre desenvolvimento e responsabilidade social e ambiental.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir de recursos exploratórios e descritivos por meio de revisão bibliográfica como fonte de embasamento principal na construção das citações e conhecimentos conceituais na etapa de análise. Ademais, foram empreendidas investigações no banco de dados do portal da transparência no Âmbito institucional do Tribunal de Justiça do Estado de Goiás.

Além disso, a pesquisa documental foi empreendida através do levantamento dos dados no portal da transparência do TJGO, das leis e demais produções legislativas acerca do tema, com foco na Constituição Federal de 1988, na Recomendação nº 11/2007 e Resolução nº 70/2009 do CNJ e, por fim, nas ações do Judiciário goiano após o Decreto Judiciário nº 2491, de 07 de outubro de 2013.

3 | PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO JUDICIÁRIO GOIANO

Os impactos do uso indiscriminado dos recursos naturais e do desrespeito à natureza embasados puramente por uma racionalidade econômica que privilegiou, por muito tempo, o consumo e a acumulação, desencadearam consequências severas caracterizadas por desastres ambientais do século XX e apontava um cenário de insustentabilidade e agravamento da crise ambiental.

> A crise ambiental e a crise do saber surgem como a acumulação de “externalidades” do desenvolvimento do conhecimento e do crescimento econômico. Surgem como todo um campo do real negado e do saber desconhecido pela modernidade, reclamando a “internalização” de uma “dimensão ambiental” através de um “método interdisciplinar”, capaz de reintegrar o conhecimento para apreender a realidade complexa. (LEFF, 2000, p. 19)

Diante disso, foi necessário repensar e estabelecer compromissos e orientações de âmbito mundial concernentes à sustentabilidade a partir de uma responsabilidade ambiental, isto é, uma consciência ecológica e social que visa uma melhora da qualidade de vida através de ações como a economia de recursos e redução dos impactos ambientais, notadamente após a Conferência Mundial das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972, que abriu caminhos para a formulação de políticas públicas socioambientais, bem como para a criação de órgãos ambientais nos Estados e o avanço dos acordos internacionais (PELICIONI, 2014).

Em tempos de globalização e desenvolvimento econômico e industrial, é necessário estabelecer um equilíbrio entre o investimento industrial e a preservação da diversidade socioambiental e dos recursos finitos disponíveis. Neste sentido, a revelação da preocupação ambiental culminou na adoção de medidas que transformaram os padrões de consumo por meio da adoção de novos referenciais de desempenho e atuação.

Através dos estudos preliminares, foram constatadas algumas políticas públicas ambientais de práticas sustentáveis norteadas por uma gestão pública com responsabilidade socioambiental na Administração Pública, a exemplo da correta destinação dos resíduos, a conscientização, a aquisição de bens e materiais de consumo que levem em consideração o tripé básico da sustentabilidade: ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável, entre outros.

O Conselho Nacional de Justiça, como órgão responsável pela transparência e controle da política judiciária, editou a Recomendação nº 11/2007 que recomendou aos tribunais de todo o país a adoção de políticas públicas que visem a formação e recuperação de um ambiente ecologicamente equilibrado, além da conscientização dos servidores e jurisdicionados sobre a necessidade de efetiva proteção ao meio ambiente (Brasil, 2007).

Norteado por tais políticas, o Tribunal de Justiça do Estado de Goiás instituiu o Núcleo de Responsabilidade Social e Ambiental, através do Decreto Judiciário nº 2491, de 07 de outubro de 2013, sendo um órgão vinculado à Presidência do TJ/GO, tendo como planejar, implementar, coordenar e divulgar ações relativas ao contexto socioambiental, no âmbito do Poder Judiciário goiano, observando as diretrizes contidas, em especial, na Recomendação nº 11/2007 e Resolução nº 70/2009 do Conselho Nacional de Justiça (CNJ).

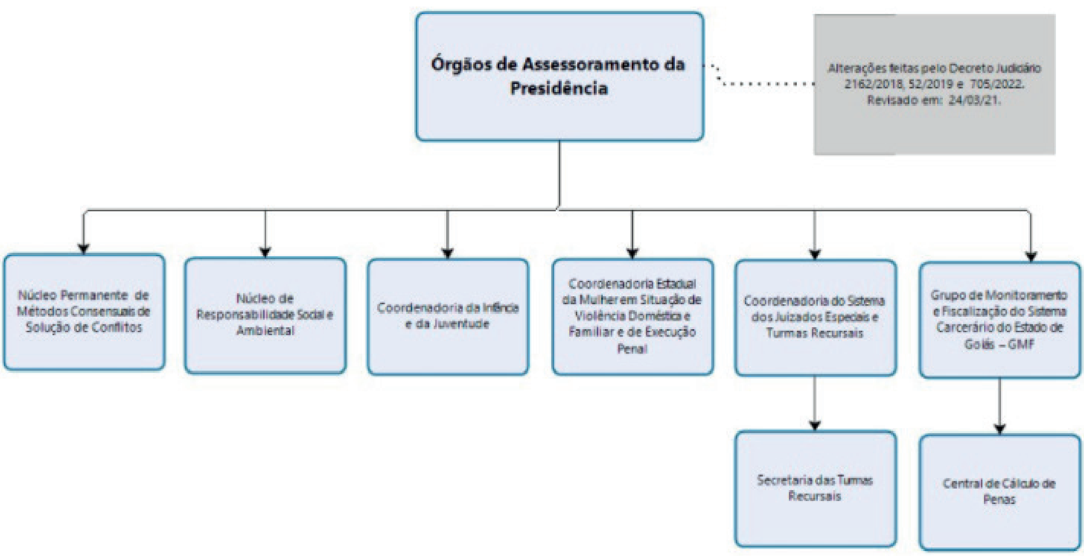


Figura 01: Órgãos de Assessoramento da Presidência do TJ/GO

Fonte: Site institucional do Tribunal de Justiça do Estado de Goiás.

Desde o ano de 2013, o desenvolvimento de políticas públicas de sustentabilidade tornou-se algo constante, sendo a principal delas o Plano de Logística Sustentável, uma estratégia de curto prazo (geralmente em biênios), que objetiva estabelecer as atividades

que conduzam às práticas ambientalmente responsáveis, tendo em vista a preocupação socioambiental mundial e a característica da própria Administração Pública como grande consumidora de recursos naturais. O PLS constitui-se na materialização de grande parte das atribuições do Núcleo de Responsabilidade Social e Ambiental, as quais constam do artigo 3º do Decreto Judiciário nº 2491, de 07 de outubro de 2013, quais sejam:

> I – definir projetos e atividades no intuito de sensibilizar, conscientizar, mobilizar e integrar magistrados e servidores, terceirizados e demais colaboradores para a adoção de práticas que promovam o exercício de direitos sociais, a gestão adequada dos resíduos gerados, o incentivo ao combate de todas as formas de desperdícios dos recursos naturais e a inclusão de critérios socioambientais nos investimentos, compras e contratações de serviços; II – monitorar e avaliar os resultados das ações e projetos desenvolvidos, com vistas ao replanejamento e à implementação de melhorias sociais e ambientais necessárias (...). V – desenvolver ações que impactem na redução do consumo de energia, telefone, papel, água e combustível; VI – acompanhar e pesquisar, em outras instituições públicas e privadas, boas práticas de gestão socioambiental que possam ser implementadas no âmbito do Judiciário Goiano; VII – acompanhar e observar os padrões de consumo dos fóruns e do Tribunal de Justiça, sugerindo, se necessário, mudanças, para que levem em consideração o tripé básico da sustentabilidade, qual seja, o ambientalmente correto, o economicamente viável e o socialmente justo, propondo medidas que possam reduzir o consumo de água, energia e de materiais de consumo; (...). IX – disseminar a cultura de responsabilidade social e ambiental no Poder Judiciário goiano, em parceria com o Centro de Comunicação Social, para a divulgação das medidas ambientais adotadas e lançamento de campanhas vinculadas às ações socioambientais; X – firmar parcerias com órgãos e empresas privadas e entidades afins, por meio da proposição e elaboração de convênios que contribuam para o desenvolvimento das ações sociais e ambientais. (TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE GOIÁS, 2013)

Dentre as várias práticas implementadas no Tribunal de Justiça de Goiás constantes nas metas do Plano de Logística Sustentável, constatou-se através dos relatórios de desempenho dos exercícios de 2017 a 2019 que as campanhas de sensibilização e as novas adoções de sistemas de monitoramento e desligamento programado adotadas na redução dos copos descartáveis, do consumo de água, energia elétrica e telefonia, foram efetivas e contribuíram para o alcance das metas de redução, notadamente no consumo de copo descartável, cujo resultado até o exercício de 2018 não havia sido satisfatória e as metas não haviam sido alcançadas.

Observou-se, ainda, que a meta de promover o descarte ambientalmente correto dos resíduos sólidos não foi devidamente alcançada até 2018, o que levou ao surgimento da importante prática de cooperação com cooperativas de catadores de materiais recicláveis mediante termo próprio, tendo como resultado o alcance da mencionada meta no exercício de 2019.

Não é necessário diminuir o investimento industrial e consequentemente alterar o modelo de desenvolvimento no país, mas sim procurar alternativas que sejam menos

prejudiciais ao meio ambiente (CORREA, 2018). É preciso conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e equidade social, sendo possível constatar que as práticas desenvolvidas pelo Judiciário Goiano estão indo ao encontro dessa assertiva.

Importante mencionar que entre as dez metas do PLS 2019/2021, encontra-se a promoção de ações de capacitação e sensibilização relacionadas ao tema de sustentabilidade, ou seja, capacitação socioambiental dos magistrados, servidores e demais auxiliares do TJ/GO através de cursos oferecidos pela Escola Judicial, o que exprime o caráter fundamental da educação ambiental na atualidade. Ainda, o Núcleo de Responsabilidade Social e Ambiental instituiu o Banco de Ideias Sustentáveis para envio de qualquer dúvida, sugestão ou qualquer contribuição com a sustentabilidade do órgão judiciário.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão da questão socioambiental nas instituições através da política e gestão ambiental nos planejamentos estratégicos e nas atividades diárias devem estar inseridas como metas da gestão no setor público, com vistas a estimular a consciência ambiental, a eficiência e a economia dos recursos públicos, com vistas a garantir a qualidade de vida com sustentabilidade que um meio ambiente ecologicamente equilibrado é capaz de proporcionar nas sociedades.

O Poder Judiciário, na condição de grande poluidor durante o processo de desenvolvimento de suas atribuições e funções constitucionalmente garantidas, não deve ficar inerte frente à problemática ambiental. A institucionalização da gestão ambiental no Âmbito do TJ/GO foi constatada. Todavia, essa mudança de postura com a implementação de uma gestão ambiental efetiva é recente, por vezes tímida, mas que já logra resultados promissores. Neste sentido, a implementação do Núcleo de Responsabilidade Social e Ambiental foi determinante nesses resultados.

Com o alcance das metas estabelecidas no Plano de Logística Sustentável do Tribunal de Justiça de Goiás através das práticas ambientalmente sustentáveis e a redefinição das ações referentes àquelas metas não atingidas e publicitadas nos relatórios de desempenho, a consciência e a sensibilidade ambiental estão sendo disseminadas a passos largos no âmbito do setor público, que se caracteriza como um grande utilizador dos recursos naturais e também um grande poluidor, portanto responsável no desafio de conciliar o desenvolvimento econômico e social com sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. CNJ - Conselho Nacional de Justiça. **Recomendação nº 11, de 22 de maio de 2007**. Disponível em: https://atos.cnj.jus.br/atos/detalhar/atos-normativos?documento=867. Acesso em: 20 agosto 2020.

CORREA, Carolina. A Política Ambiental e a Ação do Poder Legislativo. 2018. Disponível em:<https://politica.estadao.com.br/blogs/legis-ativo/a-politica-ambiental-e-a-acao-do-poder-legislativo/>. Acesso em 14 nov. 2020.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa.**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, maio/agosto 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151797022005000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 02 outubro 2020.

LEFF, Henrique. Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental. In: PHILIPPI JUNIOR, Arlindo *et al* (ed.). **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Signus Editora, 2000. p. 19-52.

MAGLIO, Ivan Carlos; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo. Política e Gestão ambiental: conceitos e instrumentos. In: PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; PELICIONI, Maria Cecília Focesi (ed.). **Educação ambiental e sustentabilidade**. 2. ed. Barueri, Sp: Manole, 2014. Cap. 10. p. 259-306.

OLIVEIRA, L.; NOGUEIRA, J.; PONTES, D.; SILVA FILHO, J. C. A Gestão Ambiental no Poder Judiciário: Estudo Exploratório de um Tribunal de Justiça. **REUNIR: Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 113-133, 13 ago. 2014.

PELICIONI, Andréa Focesi. Movimento Ambientalista e Educação Ambiental. In: PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; PELICIONI, Maria Cecília Focesi (ed.). **Educação ambiental e sustentabilidade**. 2. ed. Barueri: Manole, 2014. Cap. 14. p. 413-444.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Direito Ambiental Esquematizado**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

RAMOS, André de Carvalho. **Curso de Direitos Humanos**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE GOIÁS. **Plano de Logística Sustentável**. Disponível em: http://docs.tjgo.jus.br/institucional/departamentos/sge/PLS-2019-2021.pdf. Acesso em 24 junho de 2020.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DE GOIÁS. Decreto nº 2491, de 07 de outubro de 2013. Institui, no âmbito do Poder Judiciário do Estado de Goiás, o Núcleo de Responsabilidade Social e Ambiental. **Decreto Judiciário**. 1410. ed. Seção 1.

CAPÍTULO 24

PLANTAS TÓXICAS ORNAMENTAIS NAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS-ES

Data de aceite: 21/07/2021

Gabriela de Souza Fontes
Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Laboratório de Botânica, São Mateus – ES
http://lattes.cnpq.br/0329280193395028

Leticia Elias
Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Laboratório de Botânica, São Mateus – ES
http://lattes.cnpq.br/3576010561801793

Marcos Roberto Furlan
Universidade de Taubaté – SP
http://lattes.cnpq.br/5557555657261017

Elisa Mitsuko Aoyama
Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Laboratório de Botânica, São Mateus – ES
http://lattes.cnpq.br/0299586072690797

RESUMO: Algumas plantas ornamentais trazem com elas componentes tóxicos, camuflados pela beleza exuberante, mas que podem causar intoxicações em adultos e crianças, devido ao manejo inadequado. A toxicidade das plantas se dá pela ingestão ou pelo contato com a seiva. Muito comuns em jardins, as principais espécies causadoras de acidentes são algumas espécies de espada-de-são-jorge (*Sansevieria* spp.) e de comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia* spp). Outras, como a espirradeira (*Nerium oleander* L.) e a alamanda (*Allamanda cathartica* L.), são exemplos de plantas com graves consequências para o organismo, incluindo distúrbios cardíacos. O objetivo do trabalho foi listar as plantas ornamentais tóxicas nas instituições municipais de ensinos localizadas em São Mateus-ES. Trata-se de um estudo observacional e descritivo-interpretativo, sendo realizada uma pesquisa de campo e levantamento bibliográfico. Foram visitadas 24 instituições municipais de ensino público em São Mateus-ES que atendem a Educação Infantil e o Ensino Fundamental. Destas, em 58% foram constatadas a presença de ao menos uma planta ornamental tóxica; em 29% não foram encontradas nenhuma espécie tóxica e em 13% não havia planta nenhuma. Foram identificadas 16 espécies de plantas tóxicas, sendo que 87% são consideradas plantas ornamentais e 13% não são cultivadas para estes fins, porém todas estavam ao alcance das crianças. Das 14 espécies de plantas ornamentais tóxicas identificadas, as mais comuns foram espada-de-são-jorge (*Sansevieria trifascita* Hahnii), comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia* spp), antúrio (*Anthurium andraeanum* Liden), jiboia (*Scindapsus aureus* (Linden & André)) e cróton (*Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. ex A. Juss.). Conclui-se que o ambiente escolar, por concentrar crianças da faixa etária de maior risco para essas intoxicações, permite estabelecer duas estratégias de prevenção: criar um espaço livre de plantas tóxicas ou dominar as informações necessárias para utilizar essas

plantas como instrumento de educação e formação.
PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental, Jardins escolares, Toxicidade em plantas.

ORNAMENTAL TOXIC PLANTS IN SCHOOLS IN THE MUNICIPALITY OF SÃO MATEUS-ES

ABSTRACT: Some ornamental plants bring with them toxic components, camouflaged by the exuberant beauty, which can cause poisoning in adults and children, due to improper handling. The toxicity of plants is due to ingestion or sap contact. Quite common in gardens, the main causes of accidents are within snake plant (*Sansevieria* spp.), dumbcane (*Dieffenbachia* spp). Other species as olerander (*Nerium oleander* L.) and allamanda (*Allamanda cathartica* L.) are examples of plants with the serious consequences for the organism, including heart disorders. This study aimed to list the toxic ornamental plants in municipal education institutions in São Mateus, Espírito Santo State. It is an observational and descriptive-interpretive study, being carried out a field research and bibliographic survey. The work covered 24 municipal public institutions from Early Childhood and Elementary Education in São Mateus-ES. In these, the results show the presence of at least one toxic ornamental plant in 58% the institutions, no toxic species in 29% and there was no plant in 13%. It was identified 16 species of toxic plants, from these, 87% are considered ornamental plants and 13% are not cultivated for these purposes, but all the plants were within the reach of children. Within toxic ornamental plants identified, it was found 14 species of which the most common were snake plant (*Sansevieria trifascita* Hahnii), dumbcane (*Dieffenbachia* spp), flamingo lily (*Anthurium andraeanum* Liden), golden pothos (*Scindapsus aureus* (Linden & André)) e croton (*Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. ex A. Juss.). It is concluded that the school environment, since it concentrates children in the age group at greatest risk for these poisonings, allows the establishment of two prevention strategies: creating a space free of toxic plants or mastering the necessary information to use these plants as an education and training tool.
KEYWORDS: Environmental education, Plant toxicity, School gardens.

1 | INTRODUÇÃO

As plantas estão ao nosso redor fazendo parte do nosso dia a dia, seja em matéria-prima para vestimentas, medicamentos, alimentação ou fazendo parte da decoração paisagística de lares, escolas e praças, como as plantas ornamentais.

O conceito de planta ornamental é muito relativo e particular ao observador, pois envolve sentimentos estéticos subjetivos (BARROSO et al., 2007). Mello Filho (1986) conceitua planta ornamental como aquela capaz de despertar estímulos derivados de suas características intrínsecas como a coloração, a textura, a porte, a forma e os aspectos fenológicos, ou extrínsecas, como, por exemplo, o balanço ao vento, a sombra projetada ou a composição estrutural com a vizinhança.

Importante ressaltar que as árvores também podem ser consideradas espécies ornamentais, quando são implantadas com intuito de promover maior embelezamento ao ambiente (SILVA, 2009). Para Lorenzi e Souza (2008), as plantas ditas ornamentais

se diferenciam pela forma ou pelo colorido das folhas, pelo florescimento e pela forma e aspecto geral da planta em detrimento às demais espécies vegetais.

Atualmente, as plantas ornamentais estão cada vez mais ocupando espaço, uma vez que muitas delas se adaptam a condições ambientais diferentes, sendo facilmente acessíveis às crianças e adultos. No entanto, muitas plantas, algumas de incrível beleza, são potencialmente perigosas à nossa saúde, tanto no caso de serem ingeridas, quanto pelo simples contato com a pele, mucosas ou os olhos em decorrência da presença de toxinas. E não é raro tais plantas serem cultivadas dentro das residências, como plantas ornamentais (SOARES et al., 2007).

Vasconcelos et al. (2009) expõem que as plantas tóxicas podem ser encontradas em todos os lugares, sejam como ornamentais dentro das residências ou nos jardins e praças. Além disso, é comum a ocorrência de plantas tóxicas nas áreas rurais, as quais não são conhecidas pelas populações locais, o que acaba favorecendo casos de intoxicação.

É de se notar a importância para comunidade científica e para os interessados em botânica toxicológica, a necessidade de se realizar pesquisas sobre plantas nocivas e a divulgação dessa pesquisa para a comunidade em geral, uma vez que, diariamente centenas de crianças e adultos estão em contato com plantas portadoras de princípios tóxicos e alérgicos (SOUZA et al., 2011).

As crianças necessitam de proteção o tempo todo. Crianças pequenas não têm noção do que é perigo, e qualquer objeto que encontram pode transformar-se num brinquedo de interesse. Nesse contexto, a melhor maneira de prevenir acidentes de intoxicação por plantas é por meio do conhecimento das plantas tóxicas, por suas características e compostos tóxicos, assim como a identificação dos nomes populares. Não é preciso experimentar os resultados negativos de um acidente para aprender a se precaver (SILVA et al., 2015).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi realizar um levantamento das espécies de plantas ornamentais tóxicas presentes nas Instituições de Ensino Municipal de São Mateus-ES.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional e descritivo-interpretativo. A investigação ocorreu em creches e escolas públicas do município de São Mateus, Região Norte do Espírito Santo, que atendem a Educação Infantil e Ensino Fundamental, no período de julho de 2016 a maio de 2017. Do total de 108 instituições municipais de ensino público existente, foram selecionadas uma amostragem aleatória de 24 instituições de ensino.

Para o levantamento das instituições foram verificadas todas as escolas municipais de São Mateus através do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/Censo Escolar - 2016).

Para a coleta de dados foram utilizados o caderno de campo e o recurso fotográfico, para revelar a fidedignidade do espaço geográfico, o contexto ambiental e auxiliar na identificação das plantas.

Para o levantamento da presença de plantas ornamentais tóxicas assim como sua identificação foram utilizadas as seguintes literaturas especializadas: Lorenzi e Souza (2008), Matos (2011), Tokarnia et al. (2012) e Bochner et al. (2013).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas 24 instituições municipais de ensino público visitadas, em 58% foram constatadas a presença de ao menos uma planta ornamental tóxica. Em 29% não foram encontradas nenhuma espécie tóxica e em 13% não haviam plantas nas áreas ou pátio escolar.

Além das plantas ornamentais tóxicas, foram encontradas plantas que podem ser perigosas, devido a sua morfologia, como roseiras e cactos. Tais plantas são repletas de espinhos apresentando riscos para crianças, principalmente as que estão sem a vigilância de um responsável.

Foram identificadas 16 espécies de plantas tóxicas (Figura 1), sendo 87% consideradas plantas ornamentais e 13% não cultivadas para estes fins, porém, todas estavam ao alcance das crianças constituindo uma exposição ao risco de acidente. A maioria das plantas encontradas estava em vasos e localizada em áreas de fácil acesso as crianças, tais como: pátio, quadra, hall de entrada e refeitórios. Quando cultivadas em jardins não havia nenhum tipo de cercado.



Figura 1. Plantas ornamentais tóxicas. A. *Sansevieria* spp. (espada-de-são-jorge). B. *Dieffenbachia* spp. (comigo-ningém-pode). C. *Anthurium andraeanum* Liden (antúrio). D. *Scindapsus aureus* (Linden & André) Engl. (jiboia). E. *Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. ex A. Juss. (cróton). F. *Sansevieria trifascita* Hahnii (mini-espada-de-São-Jorge). G. *Lanatana camara* L. (camará). H. *Nerium oleander* L. (espirradeira). I. *Sansevieria cylindrica* Prain. (lança-de-São-Jorge). J. *Caladium bicolor* Vent. (tinhorão). K. *Allamanda cathartica* L. (alamanda). L. *Syngonium angustatum* Schott (singônio). M. *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira). N. *Ruta graveolens* L. (arruda). O. *Ricinus communis* L. (mamona). P. *Jatropha gossypiifolia* L. (pinhão roxo).

Das 14 espécies de plantas ornamentais tóxicas identificadas (tabela 1), as mais comuns foram: *Sansevieria* spp. (espada-de-São-Jorge), *Dieffenbachia* spp. (comigo-ninguém-pode), *Anthurium andraeanum* Liden (antúrio), *Scindapsus aureus* (Linden & André) Engl. (jiboia) e *Codiaeum variegatum* (L.) Rumph ex A. Juss (cróton).

Nome popular	Nome Científico	Nº de Instituições com a presença da planta
espada-de-São-Jorge	*Sansevieria* spp.	8
comigo-ninguém-pode	*Dieffenbachia* spp.	4
antúrio	*Anthurium andraeanum* Liden	3
jiboia	*Scindapsus aureus* (Linden & André) Engl.	3
cróton	*Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. ex A. Juss.	3
mini espada-de-São-Jorge	*Sansevieria trifascita* Hahnii	2
camará	*Lanatana camara* L.	2
espirradeira	*Nerium oleander* L.	2
lança-de-São-Jorge	*Sansevieria cylindrica* Prain.	1
tinhorão	*Caladium bicolor* Vent.	1
alamanda	*Allamanda cathartica* L.	1
singônio	*Syngonium angustatum* Schott	1
aroeira	*Schinus terebinthifolius* Raddi	1
arruda	*Ruta graveolens* L.	1
mamona	*Ricinus communis* L.	1
pinhão Roxo	*Jatropha gossypiifolia* L.	1

Tabela 1. Espécies ornamentais tóxicas encontradas e sua frequência nas instituições de ensino municipal de São Mateus, Norte do Espírito Santo.

Segundo Bochner et al. (2013), espécies de *Sansevieria* spp., conhecidas popularmente como espada-de-São-Jorge e de *Dieffenbachia* spp., denominadas por comigo-ninguém-pode, são plantas ornamentais muito cultivadas, principalmente na decoração de interiores. Os autores ainda relatam que a escolha se deve pela sua resistência a baixa luminosidade e em função de crendices populares para proteção espiritual, sendo um dos maiores motivos por estar em maior frequência nas instituições.

Apesar das plantas conhecidas como espada-de-São-Jorge serem as mais frequentes, segundo a observação de Vasconcelos et al. (2009), a espécie mais citada em acidentes é uma espécie de comigo-ninguém-pode.

Evidências de crenças populares, para espantar mau olhado, e a facilidade de cultivo, colocam o comigo-ninguém-pode dentre as plantas ornamentais tóxicas mais comercializadas nas casas de jardinagem, e adquiridas pela população com o intuito principalmente de decorar residências (PRAZERES et al., 2010). Essas plantas possuem alto grau de toxicidade em todas as suas partes, e têm sido caracterizadas como uma das plantas que mais causam intoxicação, de acordo com os dados obtidos dos Centros de Informações e Controle de Intoxicações (SILVA e USHIROBIRA, 2010).

A ação tóxica do comigo-ninguém-pode é conhecida há muito tempo. Documentos do julgamento do Tribunal de Nurenberg indicam que os nazistas usavam o extrato aquoso

da planta nos indivíduos presos nos campos de concentração, a fim de esterilizá-los. Além disso, os escravos jamaicanos eram castigados pelos "senhores", tendo partes da planta esfregadas em suas bocas (GARDNER, 1994).

A espada-de-São-Jorge apresenta numerosas ráfides de oxalato de cálcio em formato de agulhas nas suas folhas e haste, as quais são as principais responsáveis pelos ferimentos causados por essa planta. A ingestão por via oral de alguma parte da planta pode acarretar dor imediata, edema da língua, salivação, úlcera, vômitos, diarreia e disfagia. Além disto, a toxicidade ocular causa severa dor, inchaço, fotofobia, lacrimejamento, lesão da córnea e conjuntivites (CUMPSTON et al., 2003).

O antúrio é reconhecido em qualquer lugar pela beleza extravagante (GONÇALVES, 2015). No ano de 1992, tornou-se o ícone do erotismo da dramaturgia brasileira na novela Pedra sobre Pedra, onde ganhou fama como a "flor-de-jorge-tadeu". No contexto da novela por certos motivos as moças comiam parte da planta, fato que pode ser considerada uma atitude irresponsável para passar em um canal aberto, acessível a grande parte da população, pois como se sabe o antúrio está na lista de plantas tóxicas.

Embora tenham muitos trabalhos sobre a atividade biológica ou fitoquímica de cróton (*Codiaeum variegatum*) (NJOYA et al., 2014; LAWAL et al., 2018; NJOYA et al., 2021), há poucos estudos a respeito da toxicidade da espécie para humanos, assim como os sintomas que podem ser ocasionados por esta, requerendo pesquisas mais abrangentes. Plantas como a espirradeira e a alamanda quando ingeridas, provocam graves consequências para o organismo, incluindo distúrbios cardíacos (MATOS, 2011; BOCHNER et al., 2013).

Estudos revelam que a aroeira e a arruda apresentam propriedades medicinais mas, infelizmente, segundo Veiga e Pinto (2005), a maior parte das plantas medicinais que são utilizadas pela população não tem os seus perfis toxicológico e farmacodinâmico bem conhecidos.

Segundo dados do TOXCEN (2018), ocorreram 181 casos de intoxicação por plantas e fungos no Estado do Espírito Santo. Desses, em 151 dos casos foram de forma acidental e em 114 deles ocorreram com crianças na faixa etária de 1 a 14 anos de idade.

Os resultados desde estudo revelaram que na maioria das instituições que atendem a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, ou seja, crianças na faixa etária de 1 a 14 anos, foram encontradas pelo menos uma planta ornamental tóxica e todas ao alcance das crianças. Além disso, durante a pesquisa de campo foram encontradas plantas ornamentais tóxicas que haviam sido manipuladas, pois estavam danificadas (Figura 2), o que acarreta a possibilidade da ocorrência de acidentes nestes ambientes.

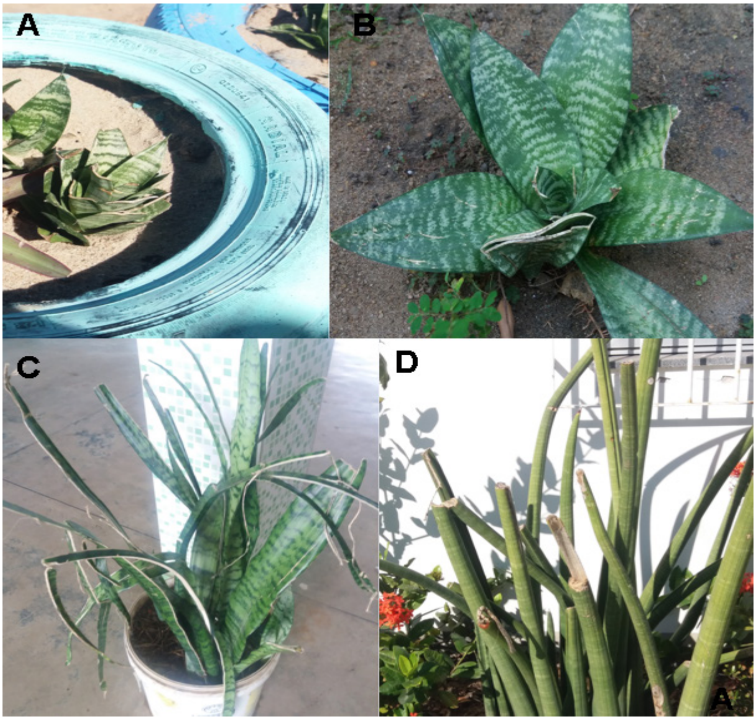


Figura 2. Plantas ornamentais tóxicas danificadas. A e B. mini espada-de-São-Jorge (*Sansevieria trifascita*). C. espada-de-São-Jorge (*Sansevieria* spp.). D. lança-de-São-Jorge (*Sansevieria cylindrica*).

Silva et al. (2015) afirmaram que o conhecimento em relação às plantas e suas propriedades tóxicas, principalmente daquelas que estão presentes no cotidiano das pessoas é o caminho mais adequado para evitar acidentes indesejáveis.

A eliminação dessas plantas dos jardins das instituições não é recomendável, já que estas plantas estão presentes em praças públicas e residências, na maioria das vezes ao alcance das crianças (BOCHNER, 2006). Orienta-se uma realocação dessas plantas para um jardim específico só com plantas ornamentais tóxicas, em um local seguro e visível, e fora do alcance palpável das crianças. Além disso, é recomendado que a partir deste jardim, as instituições comecem a trabalhar com as crianças de forma educativa e preventiva, ensinando que há plantas que não podem ser ingeridas e nem tocadas sem proteção.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função dos dados apresentados, percebe-se que há um risco em potencial de ocorrer acidentes dentro das instituições de ensino municipal de São Mateus-ES, devido à presença de muitas plantas ornamentais tóxicas, todas ao alcance das crianças.

O ambiente escolar, por concentrar crianças da faixa etária de maior risco para essas intoxicações, permite estabelecer duas estratégias de prevenção: criar um espaço

livre de plantas tóxicas ou dominar as informações necessárias para utilizar essas plantas como instrumento de educação e formação.

REFERÊNCIAS

BARROSO, C. M.; KLEIN, G. M.; BARROS, I. B. I.; FRANKE, L. B.; DELWING, A. D. Considerações sobre a propagação e o uso ornamental de plantas raras ou ameaçadas de extinção no rio grande do sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 426-429, 2007.

BOCHNER, R. Perfil das intoxicações em adolescentes no Brasil no período de 1999 a 2001. **Caderno de Saúde Pública**, v. 22, n. 3, p. 587-593, 2006.

BOCHNER, R.; FISZON, J. T.; ASSIS, M. A. **Plantas Tóxicas ao alcance de crianças:** transformando risco em informação. Rio de Janeiro: RioBooks, 2013. 63p.

CUMPSTON, K. L.; VOGEL, S. N.; LEIKIN, J. B.; ERICKSON, T. B. Acute airway compromise after brief exposure to a *Dieffenbachia* plant. **Journal Emergency Medicine**, v. 25, n. 4, p. 391-397, 2003.

GARDNER, D. G. Injury to the mucous membranes caused by the common houseplant, *Dieffenbachia*. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology,** v. 78, p. 631-633, 1994.

GONÇALVES, E. **Se não Fugir, é Plantas.** São Paulo: Europa, 2015. 256p.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar**. 2016. Disponível em: <http://inepdata.inep.gov.br/analytics/saw.dll?Dashboard>. Acesso em: 20 jul. 2016.

LAWAL, O. A.; OGUNWANDE, I. A.; GBETOYON, F. S.; KASALI, A. A.; OPOKU, A. R. Chemical composition and insecticidal activity of essential oils of four varieties of *Codiaeum variegatum* (L.) from Nigeria. **Oil Bearing Plants**, v. 21, n. 3, p. 840-847, 2018.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas Ornamentais no Brasil:** arbustiva, herbáceas e trepadeiras. 4. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 1120p.

MATOS, F. J. A.; LORENZI, H.; SANTOS, L. F. L.; MATOS, M. E. O.; SILVA, M. G. V.; SOUZA, M. P. S. **Plantas Tóxicas:** Estudo de fitotoxicologia Química de Plantas Brasileiras. São Paulo: Instituto Plantarum de Estados da Flora, 2011. 247p.

MELLO FILHO, L. E. **Encontro Nacional sobre Floricultura e Plantas Ornamentais**. 1. ed. Porto Alegre: Corag, 1986. 126p.

NJOYA, E. M.; MOUNDIPA, P. F.; STOPPER, H. *In vitro* genotoxic and mutagenic evaluation of the aqueous extracts of *Codiaeum variegatum* and its amoebicidal sub-fraction. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 155, n. 1, p. 823-829, 2014.

NJOYA, E. M.; FEWOU, P. M.; NIEDERMEYER, T. H. J. *Codiaeum variegatum* (L.) Rumph. ex A. Juss. (Euphorbiaceae): Na overview of its botanical diversity, traditional uses, phytochemistry, pharmacological effects and perspectives towards developing its plant-based products. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 277, 113244, 2021.

PRAZERES, G. L.; SANTOS, V. A.; SANTOS P. S.; CHAGAS M. G. S. **Levantamento Preliminar de Plantas Ornamentais Tóxicas Comercializadas na Periferia Norte do Município de Recife-PE**. X Jornada de ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2010. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

SILVA, A. L. V. R.; USHIROBIRA, T. M. A. Aspectos toxicológicos da planta “comigo-ninguém-pode” (*Dieffenbachia* sp.). **Revista UNINGÁ Review**, v. 2, n. 4, p. 64-69, 2010.

SILVA, L. C. Plantas ornamentais tóxicas presentes no shopping Riverside Walk em Teresina – PI. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, v. 4, n. 3, p. 69-85, 2009.

SILVA, P. H.; OLIVEIRA, Y. R.; SILVA, A. P. J.; MEIRELES, V. J. S.; ABREU, M. C. Entre a beleza e o perigo: uma abordagem sobre as plantas tóxicas ornamentais. **Revista Intertox-Eco Advisor de Toxicologia Risco Ambiental e Sociedade**, v. 8, n. 1, p.19-44, 2015.

SOARES, M. P. S.; CORRÊA, C. L.; ZAMBRONE, F. A. D. Periódicos sobre toxicologia: uma visão geral e de disponibilidade. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 20, n. 1, p. 29-37, 2007.

SOUZA, A. R. C.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; FERRAZ, R. C.; SCHWAB, N. T.; SOUZA, G. R. C.; PINTO, L. M. Identificação das espécies ornamentais nocivas na arborização urbana de Santiago/RS. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 2, p. 44-56, 2011.

TOKARNIA, C. H.; BRITO, M. F.; BARBOSA, J. D.; PEIXOTO, P. V.; DÖBEREINER, J. **Plantas Tóxicas do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Helianthus, 2012. 586p.

TOXCEN. Centro de Atendimento Toxicológico do Estado do Espírito Santo. **Dados de intoxicação do Espírito Santo em 2018**. 2018. Disponível em: <https://ciatox.es.gov.br/Media/toxcen/Dados%20Estatisticos/Dados%20de%20Intoxica%C3%A7%C3%A3o%20do%20ES%20em%202018.pdf>. Acesso em 18 de novembro de 2020.

VASCONCELOS, J.; VIEIRA J. G. P.; VIEIRA E. P. P. Plantas Tóxicas: Conhecer para Prevenir. **Revista Científica da UFPA**, v. 7, n. 01, p. 1-10, 2009.

VEIGA, F.; PINTO, A. C. Plantas medicinais: cura segura?. **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

CAPÍTULO 25

PROMOVENDO TRANSFORMAÇÕES ATRAVÉS DA DIVULGAÇÃO DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS EM UMA ESCOLA DA BAIXADA FLUMINENSE

Data de aceite: 21/07/2021

Sandra Maíza dos Santos
Laboratório de Biotecnologia Ambiental; Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste
Rio de Janeiro - RJ

Vânia Lúcia de Pádua
Laboratório de Biotecnologia Ambiental
Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste
Rio de Janeiro - RJ

RESUMO: Este trabalho está baseado em um conjunto de ações de Educação Ambiental desenvolvidas com alunos do Ensino Médio em uma escola pública de Nova Iguaçu, periferia do estado do Rio de Janeiro. O projeto foi motivado pela percepção das condições de vulnerabilidades socioeconômicas da comunidade local, bem como pela qualidade de vida dos alunos e familiares. As atividades foram realizadas com base em metodologias ativas de pesquisa, debates e oficinas, objetivando um estímulo à autoestima e ao empoderamento dos participantes diante de condições desfavoráveis de vida às quais estão expostos, assim como o entendimento das potencialidades das PANCs ou Plantas alimentícias não convencionais e de seus próprios quintais, como recurso natural de geração de complementação alimentar e, até de renda. Foi possível observar o sucesso do projeto ao longo das atividades, pois os estudantes participaram de forma ativa, respondendo positivamente e gerando expectativas de mudanças de hábitos alimentares, mostrando que é altamente relevante a construção de conhecimentos visando qualificar alunos para uma postura crítica diante da problemática socioambiental, tendo como perspectiva a formação de uma cidadania que impulsione em direção ao tema da sustentabilidade.

PALAVRAS - CHAVE: Educação Ambiental; Escola; Plantas Alimentícias Não Convencionais; PANCs.

ABSTRACT: This work is a report that summarizes Environmental Education activities developed with high school students at a public school in Nova Iguaçu, a city located in the outskirts of the state of Rio de Janeiro. The project was motivated by the perception of the socioeconomic vulnerability of the local community, as well as the quality of life of students and their families. The activities were carried according to active learning methods in research, debates and workshops, so as to stimulate participants' self-esteem and empowerment in the face of the unfavorable living conditions to which they are exposed, and also understand the potential of Non-Conventional Edible Plants and of their own backyards as natural sources of food supplementation and, hopefully, income. It was possible to observe the success of the project throughout the activities: the students participated actively, offered positive feedback and created expectations for changes in their eating habits, which shows that knowledge construction is highly relevant in enabling students to be critical

in facing socio-environmental problems, towards the development of a type of citizenship that fosters sustainability.
KEYWORDS: Environmental Education; School; Non-Conventional Edible Plants.

INTRODUÇÃO

Esse trabalho está baseado em um projeto de Educação Ambiental (EA) desenvolvido com alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual inserida no bairro Marapicu, na cidade de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro.

Paulo Freire (2005) afirma que a libertação pelo processo educacional é válida se for um esforço coletivo, porque as pessoas não se libertam sozinhas, mas sim quando há coparticipação, em comunhão social. A escola é um espaço coletivo e que se constitui como importante agente de mudança com capacidade para promover a transformações locais. As vivências adquiridas ao longo dos anos trabalhando nessa e em outras escolas da mesma região permitiram observar, que parecem valorizar alimentos pouco saudáveis ultraprocessados, além de pouco diversificados, embora tenham quintais e outros espaços disponíveis para plantação, o que favoreceria a adoção de hábitos de alimentação mais saudáveis. Além disso, observam-se empreendimentos habitacionais antigos e novos complementando a composição da paisagem do local, além de bois, cabras, charretes e animais silvestres transitando livremente. Há dificuldade em se determinar o que seria rural e urbano, uma vez que o território faz parte de uma zona urbana e periférica da cidade. O Plano Diretor da cidade de Nova Iguaçu, publicado em 2011, categorizou o seu território como espaço público, ambiente urbano e rural. Vale ressaltar que a ruralidade da região foi importante para seu desenvolvimento. Os antigos laranjais que dominavam a região de “Iguassu” agora dão espaços a loteamentos e estradas (SIMÕES, 2007, p. 137). Fato é que a cidade é rica em diversidade e diferentes paisagens contrastantes, como a paisagem rural, característica dos arredores da escola em Marapicu e a urbana, no bairro Centro, por exemplo.

O espaço escolar promove ensino formal, assim como o não formal, como parte de processos através dos quais as sociedades podem desenvolver suas potencialidades, comportamentos e atitudes, com o propósito de favorecer práticas que privilegiem transformações e participações em tomadas de decisão em prol da sustentabilidade do meio ambiente, conforme proposto no documento Agenda 21 (SORRENTINO et al., 2005; JACOBI et al., 2012). Estas abordagens educacionais buscam a promoção do espírito reflexivo e a transformação do pensamento, que deverá contribuir para mobilizações que visam buscar melhor qualidade de vida. Mas a qualidade de vida é um conceito multidimensional e está relacionada à satisfação do cidadão, no que diz respeito ao acesso à alimentação, saúde e segurança, educação, condições no trabalho, ao lazer e cultura, além de conceitos ligados a uma visão de desenvolvimento sustentável, que têm despontado no cenário da pesquisa

sobre indicadores de qualidade de vida (MARTINS, 2002). Dados da ONU informam que é difícil a aquisição de alimentos saudáveis em nossas cidades e a acessibilidade a dietas mais saudáveis precisa melhorar, já que quase um bilhão de pessoas no mundo passam fome ou estão desnutridas e outros dois bilhões têm problemas de saúde decorrentes da má alimentação (FAO, 2006).

A criticidade e os saberes proporcionados pela EA podem favorecer à percepção do aluno e seus familiares quanto à relevância da escolha por alimentos saudáveis, com reduzida contaminação por parasitos, livres de agrotóxicos e outros aditivos químicos e com diversidade de nutrientes, além de maior acessibilidade. Esta pode ser alcançada com o consumo de PANCs ou Plantas Alimentícias Não Convencionais. As PANCs são também conhecidas como plantas tradicionais, porque integram um arcabouço cultural composto por tradições indígenas, afro-brasileiras e descendentes de imigrantes, compõem o caldeirão cultural brasileiro. Os avanços e interesses da indústria alimentícia culminaram por ocultar conhecimentos tão antigos como as propriedades, sabores e potencialidades das plantas tradicionais ou "mato de comer" (KINUPP, LORENZI, 2014). No contexto de crescimento da hegemonia da indústria alimentícia foi sendo edificada uma cultura contra os saberes tradicionais e um preconceito foi se arraigando em relação ao cultivo e consumo das plantas tradicionais, e boa parte delas caíram no esquecimento. Porém, algumas se mantiveram presentes devido à resistência e permanência teimosa de algumas tradições regionais que se utilizam de seus sabores e aromas em seus pratos típicos, e pela tradição, principalmente, indígena e afro-brasileira que mantém vivos alguns costumes e ensinamentos dos antepassados que são transmitidos de geração em geração. O cultivo de muitas dessas plantas tem ressurgido em uma perspectiva de valoração do natural e do tradicional, especialmente no que se refere a alimentação saudável por meio de hortaliças, frutas, raízes, frutos, sementes e flores, outrora vistas como exóticas, hoje exploradas pelo valor nutricional e/ou propriedades medicinais (KINUPP, LORENZI, 2014). O incentivo ao consumo de alimentos saudáveis, alternativos, acessível e com baixo custo como as PANCs pode se configurar como um instrumento para promoção de transformações positivas, além de permitir o estabelecimento da conexão das pessoas, antes tão familiarizadas com o consumo de alimentos industrializados, com os fundamentos da alimentação.

A constatação da dura realidade local motivou a idealização deste trabalho, com o objetivo de expandir o entendimento sobre a comunidade local e promover uma conscientização ambiental nas famílias, a partir de pesquisas e vivências dos alunos no tocante à sua alimentação, meio ambiente, visando contribuir para melhorias na sua qualidade de vida, no que concerne alimentação, meio ambiente e oportunidade de geração de renda, pelo reconhecimento das suas potencialidades. Nessa perspectiva, espera-se contribuir para transformação de atitudes e ainda, estimular um sentimento de pertencimento ao seu próprio meio, algo importante para autoidentidade e autovalorização, favorecendo também a formação de corresponsabilidades pela preservação e uso

sustentável dos recursos naturais (SCHNEIDER, 2013).

METODOLOGIA

O presente estudo é fruto das experiências de oficinas realizadas em 2019 com alunos do Centro Integrado de Educação Pública - CIEP 354 Martins Pena, escola pública estadual inserida no bairro Marapicu, na cidade de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro. Uma das autoras é professora nesta escola. Participaram da oficina 70 alunos da segunda série do Ensino Médio, com 16 anos, em média. Os alunos foram distribuídos em quatro grupos, de modo que pudessem interagir melhor com o objeto de conhecimento em questão, seus pares e a docente. O estudo foi feito com alunos do Ensino Médio por estarem em uma faixa etária propícia para o desenvolvimento de reflexões críticas e responsáveis e para construir valores condizentes com novas e pertinentes atitudes e práticas propostas relacionadas ao consumo, autocuidado, valorização do outro e do meio ambiente.

O Referencial Teórico da pesquisa foi fundamentado no rastreamento de dados nacionais e internacionais derivados de artigos científicos coletados da base dados do Google Acadêmico, sítios eletrônicos de instituições governamentais e não governamentais, relacionados à região estudada, Indicadores Sociais Municipais, Educação Ambiental e PANCs.

A partir da pesquisa acima, foram selecionados os trabalhos utilizados como principal base teórica na oficina. Foram eleitos os trabalhos de Kinupp e Lorenzi (2014) e Madeira (2013) ambos de 2014 sobre as PANCs, de Pelicioni (1998) sobre EA e trechos do Atlas escolar da cidade de Nova Iguaçu (2004). Em seguida, foram iniciadas as propostas de atividades pedagógicas na escola campo de pesquisa.

O estudo também foi baseado em dados de cunho empírico, envolvendo percepção e conhecimento dos alunos de ensino médio da escola supramencionada, submetendo-os a um questionário exploratório e a quatro diferentes etapas relacionadas à oficina, ocorridas em momento diferentes. A oficina teve quatro horas de duração e alguns dos seus momentos incluindo local de coleta, preparação de alimento no refeitório e o debate com os alunos são mostrados na figura 1.

1º Etapa: Foram realizadas palestras sobre o tema relatando sobre o conceito de PANCs, suas propriedades, os regionalismos e tradições que as envolvem, além da aplicação na culinária e na medicina natural. Durante esta etapa a metodologia foi baseada na exposição dialogada e leitura comentada de textos apresentados sobre EA, aspectos de zona rural e urbana de Nova Iguaçu, horta e alimentos PANCs; individualmente e em grupo. Os estudos foram sistematizados pelos alunos por meio da produção de cartazes e dos debates em sala de aula.

2º Etapa: Os alunos puderam responder às perguntas relacionadas conceitos de EA, entendimento pessoal de cada um sobre alimentação saudável, escolhas rotineiras para

a principal refeição (almoço), se possuem uma horta em casa e também, o conhecimento sobre hortaliças PANCs e seu potencial alimentício.

3ª Etapa: Execução da oficina sobre PANCs no refeitório. Para a realização da oficina foram utilizados como materiais folhas de caderno para anotações, água limpa e utensílios para preparação dos alimentos (panelas, talheres e pratos), que foram disponibilizados pela escola. Os demais materiais utilizados na oficina foram coletados através de uma campanha feita pela professora, co-autora deste trabalho, com a participação de alunos e da escola, que forneceu parte dos alimentos que já seriam usados na alimentação dos próprios alunos. A hortaliça Peixinho foi levada pela professora, demais hortaliças como Caruru e Taioba foram coletadas no terreno do entorno da escola, junto dos alunos.

No campo os alunos desenharam ou tiraram foto com seus celulares pessoais. Em sala de aula, tiveram contato direto com os exemplares das PANCs dispostos sobre as mesas com seus nomes e a região brasileira de origem, e/ou onde são mais conhecidas e/ou consumidas. Na sequência, os alunos foram divididos em grupos, e a cada grupo foi entregue um exemplar de PANC e uma receita de possibilidade de utilização alimentícia desse exemplar. Cada grupo preparou um alimento, e ao final, todos se sentaram à mesa para experimentar o resultado.

Durante a oficina foram trabalhados os cuidados com o manejo das plantas, os possíveis usos, as suas propriedades nutricionais e potenciais benefícios na alimentação cotidiana. Em paralelo, foram abordadas formas de utilização de algumas mudas, visando demonstrar que havendo espaço em casa, como um quintal, é possível cada um ter a sua própria horta, adaptada a sua própria realidade.

4ª Etapa: Os alunos foram questionados visando analisar as experiências pedagógicas vivenciadas na oficina, com a exposição dos pontos positivos. A atividade foi finalizada com um exercício de reflexão e expressão oral sobre as dificuldades relativas às necessidades para obtenção de qualidade de vida, saúde e renda dos alunos, seus familiares e a comunidade. Em seguida, foi pedido aos alunos que pensassem e propusessem soluções para os problemas apontados por eles, envolvendo as PANCs.



Figura 1: Oficina sobre PANCs. A e B - regiões no entorno da escola. ; C - a professora e seus alunos em sala de aula, debatendo sobre o tema; D - preparação da refeição; E- algumas das refeições com PANCs, preparadas junto dos alunos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado do Rio de Janeiro é marcado por realidades contrastantes e a cidade de Nova Iguaçu está entre as que possuem alguns dos piores indicadores de pobreza e renda do Estado, reunindo muitas famílias em situação de vulnerabilidade ambiental (ROCHA & ALBUQUERQUE, 2007). A região está localizada na periferia e apresenta alguns dos piores indicadores sociais e de qualidade de vida na Região Metropolitana (IBGE, 2019). Ponderar sobre qualidade de vida remete ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que pontua 0,713 na cidade de Nova Iguaçu. A incidência de pobreza a posiciona como 8º mais pobre, dentre 91 cidades (IBGE, 2019). A região tem problemas que dificultam o desenvolvimento de programas de saúde, muitas vezes em decorrência da pouca segurança observada, ampliada pela disputa de território pelo tráfico e milícia (ROCHA, 2020 p. 20). Um desenvolvimento pleno requer infraestrutura adequada, incluindo itens que favorecem melhores condições de vida e a redução de desigualdade, considerando saúde, alimentação, meio ambiente e educação (BELTRÃO & SUGAHARA, 2005).

Este trabalho foi idealizado a partir de inquietações surgidas durante vivências prévias experimentadas entre alunos de pelo menos duas escolas públicas da região, além da comunidade local, que apontaram uma alimentação pouco diversificada e com lanches

baseados preferencialmente em alimentos ultraprocessados e um baixo aproveitamento de recursos disponíveis, como os quintais de suas casas para plantação de horta, sugerindo a necessidade de intervenção em amplitude coletiva sobre práticas de sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida.

O conceito de desenvolvimento sustentável é definido no relatório intitulado Nosso Futuro Comum (BRUNDTLAND, 1987), elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, como aquele que "atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem às suas". Existem três elementos importantes para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado: crescimento econômico, inclusão social e proteção ao meio ambiente. Esses elementos são interligados e devem estar harmonizados, visando o alcance de uma vida digna, o bem-estar dos indivíduos e das sociedades.

Em 2015, chefes de Estado e altos representantes da Organização das Nações Unidas reuniram-se e adotaram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que propõem uma ação mundial coordenada entre os governos, as empresas, a academia e a sociedade civil para alcançar 17 ODS e suas 169 metas, visando a promoção de vida digna para todos (ONU BRASIL). As ODS 2 e 3, relacionam-se às questões de segurança e soberania alimentar, abordando a fome zero, agricultura sustentável, boa saúde e bem-estar.

No Brasil, a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN), Lei nº 11.346 de 2006, tem como objetivo a garantia da segurança alimentar e nutricional. Esta consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade e em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras da saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis.

Uma das soluções que vem sendo propostas para essa questão é a agricultura familiar, que corresponde à produção agrícola desenvolvida por famílias e voltada para a subsistência das mesmas, muitas vezes ocorrendo nos próprios quintais de suas casas. A agricultura familiar pode garantir a produção de alguns de seus alimentos e, em alguns casos, ser uma oportunidade de geração de renda. Além disso, reconectando as pessoas com a comida de verdade, ao invés do ultraprocessados, as famílias se alimentam com melhor qualidade, pela nutrição e por serem livres de agrotóxicos, com chances para ampliação da convivência em comunidade. É fundamental que a população se conscientize sobre a importância de uma alimentação saudável e diversa, já que existem sérias implicações sobre a probabilidade de desenvolver problemas de saúde em consequência.

Este trabalho trata de uma ação de Educação Ambiental em uma escola pública de Nova Iguaçu. A ação aconteceu em encontros semanais e incluiu explanação teórica, debates e um momento prático de oficina culinária. O projeto foi apresentado pela professora co-autora e obteve total aceitação por parte dos gestores da escola e demais atores

envolvidos, que consideravam necessária a abordagem de sensibilização para mudança de hábitos alimentares como estratégia de segurança alimentar e nutricional, bem como contribuição para o alcance de alguns dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Inicialmente, os alunos ouviram a palestra e leram em grupo sobre EA e a cidade de Nova Iguaçu que possui zonas rurais e urbanas, relacionando o desenvolvimento sustentável ao autocuidado e a preservação do meio ambiente, e finalmente, sobre a boa alimentação, com foco em vegetais e nas PANCs, exemplificando alguns tipos, aplicações culinárias e medicinais. Na sequência, foi colocado que as PANCs são encontradas no entorno da escola e talvez em suas casas e que podem ser plantadas em uma horta feita em casa, assim como outros vegetais. Ainda nesta etapa alguns dos alunos fizeram cartazes sobre EA e/ou PANCs e questionaram um pouco sobre tudo que foi apresentado, sendo que a maioria relatou sobre suas habilidades para preparações culinárias, práticas que favorecem o desenvolvimento sustentável e a falta de conhecimento sobre alimentação saudável.

Uma das informações pesquisadas pelos alunos que mais chamou atenção dos mesmos foi sobre o fato de existirem no mundo mais de 30 mil espécies de plantas comestíveis. Dentre estas, cerca de 7 mil já foram utilizadas na nossa história. Mesmo assim, atualmente, 90% do alimento da população mundial vem, principalmente, de cerca 20 espécies de plantas (Parque das Aves, 2020), demonstrando que consumimos somente uma pequena parcela da biodiversidade existente.

Na segunda etapa os alunos responderam ao questionamento sobre seus conceitos de EA, especialmente relacionada à alimentação. As respostas, em sua maioria, descreviam a sua própria condição de alimentação e mostrou uma conduta passiva em relação aos próprios problemas ou, na maioria das vezes, invisibilidade do problema, como o frequente consumo de ultraprocessados no lanche e outras refeições.

Questionamento sobre seus entendimentos sobre alimentação saudável foi respondido com exemplo de cardápio, de modo que 60% responderam que saudável é comer verduras e legumes, 20% responderam que é não comer frituras e os demais 20%, não comer muito sal e açúcar. Quando questionados sobre hábitos alimentares na hora do almoço, todos responderam que comem a mistura de arroz e feijão todos os dias, sendo que 40% dos alunos adicionam ovo a este prato. Os demais 60% ficaram mais ou menos igualmente distribuídos entre frango, legumes e “algum tipo de carne”, além do arroz e feijão. Embora este cardápio tipicamente brasileiro tenha uma boa combinação de nutrientes e seja geralmente acessível para a sociedade, é importante adicionar vegetais e ampliar a diversidade de nutrientes e a quantidade de fibras, visando uma alimentação adequada (SICHIERI et al., 2000). O consumo de hortaliças acessíveis como as PANCs preenche bem esses requisitos.

Os alunos foram questionados se possuem uma horta em casa e, embora a grande maioria tenha residência em casa com quintal, apenas 30 % responderam positivamente.

Este resultado motivou a ampliação do debate sobre EA através da horta do quintal. Quando questionados sobre seu conhecimento sobre as PANCs e seu potencial alimentício, apenas um número reduzido, perto de 10% dos alunos, respondeu positivamente. Mas estes, em sua maioria, na verdade, já conheciam alguns exemplares de PANCs, como a taioba, ora-pro-nobis e a bertalha, sem atribuir a designação, nem reconhecer sua importância. Para a maioria dos alunos algumas das PANCs apresentadas eram conhecidas como mato, porém nunca visualizadas como alimento, como por exemplo, o Caruru, planta muito comum na região, e cujas folhas, sementes e flores podem ser consumidas como alimento, embora sempre cozidas.

A oficina foi realizada com participação ativa dos alunos, desde a coleta até a preparação da comida e finalmente, a degustação. Durante a coleta foram transmitidos conceitos sobre seu manejo e as propriedades das plantas usadas para preparação, que foram Peixinho da Horta, Caruru e Vinagreira. Além de fonte de fibras, são ricas em minerais e podem ser usadas tanto na culinária quanto na terapêutica popular, conforme descrito em KINUPP & LORENZI (2014). Foram escolhidas receitas que além de saudáveis eram simples, saborosas e de baixo custo, Peixinho da Horta servido empanado frito ou em omelete, salada de Vinagreira e também Caruru ensopado com angu. A aceitação dos pratos foi muito boa.

Foram marcantes os momentos de descontração e interação entre todos os presentes, o que favoreceu a participação ativa dos participantes e o entendimento da oficina como um estímulo à convivência sustentável, bem como uma estratégia bem sucedida de reconexão cultural e ambiental com a natureza. A grande maioria se dedicou com afinco às coletas e aprovou as preparações, colocando que tentaria reproduzir em casa. Os grupos de educandos apresentaram suas conclusões e descobertas, relatando valores nutricionais e propriedades medicinais com entusiasmo, principalmente por ser, ao mesmo tempo que uma grande novidade, também um elemento antigo, pois eram plantas que desde sempre estiveram presentes em seus quintais, ou em sua vizinhança.

A escola pode ser enxergada como um reflexo da sociedade por estudiosos como Bourdieu & Passeron (1975) e tem sido descrita como a referência para a vida dos estudantes no mundo contemporâneo, sustentando a organização da sociedade em geral (CAVALIERE, 2007). Assim, os resultados observados parecem indicar a relação da comunidade local com o meio ambiente. A atividade estimulou a elaboração de um projeto de Horta na Escola e na semana seguinte os grupos planejaram fazer novas coletas, com foco nas espécies de presentes em seus próprios quintais para em seguida identificá-las como PANCs, tomarem ciência sobre cuidados básicos para evitar o risco de intoxicações; e finalmente decidirem quais poderiam ser utilizadas em outra oficina similar. Os planos ficaram pendentes até a plena recuperação das condições de segurança de saúde nos ambientes da escola, quanto à propagação do Sars-CoV-2, causador da pandemia da Covid-19.

Finalmente, na última etapa os alunos levaram as suas reflexões sobre a oficina e revelaram outros pontos positivos. Levaram relatos de seus familiares e vizinhos relacionados ao consumo e cultivo de algumas dessas plantas, observando que em alguns casos estavam intimamente ligados a histórias tradicionais e com aspectos culturais, tendo em vista que muitos desses familiares e vizinhos eram oriundos de outras regiões do Brasil. Em seus relatos, os familiares haviam contado histórias sobre como utilizavam as PANCs nas comidas de seus lugares de origem, e que haviam aprendido sobre seus sabores, propriedades e usos com suas mães, avós, mas com o tempo estes hábitos haviam se perdido. De fato, observa-se que há uma crescente diminuição no consumo de hortaliças no Brasil em decorrência da "globalização e do crescente uso de alimentos industrializados, em consequência de mudanças significativas no estilo de vida e no hábito alimentar dos brasileiros" (MADEIRA et. al. 2013). Os prejuízos são ainda maiores considerando que este fato pode contribuir para perdas no tocante às histórias e referenciais culturais, e mais especificamente, com relação às hortaliças tradicionais, a redução no cultivo e consumo vem ocorrendo pela perda da referência da produção local (MADEIRA et. al. 2013).

Em seguida, foi pedido aos alunos que pensassem e propusessem soluções para os problemas apontados por eles, envolvendo as PANCs. Sintetizando todas as falas, os alunos foram introduzidos em conceitos de segurança alimentar e nutricional, houve percepção sobre a importância da qualidade da alimentação para obtenção de saúde e qualidade de vida e de que PANCs são alimentos que têm sido desperdiçados. Interessante, os alunos enxergaram possibilidades para seu empoderamento, similar ao já descrito em Vieira et al. (2018). Além disso, levando em consideração o potencial local, as PANCs e outras plantas cultivadas em horta podem também se tornar uma possibilidade de geração de renda para famílias de baixa renda, de modo sustentável, a partir de plantio e coleta sistematizados, do incentivo ao seu consumo, e de sua comercialização, contemplando uma prática humana consciente e "responsável pela busca de equilíbrio relativo entre as necessidades básicas dos grupos sociais e os recursos do meio natural" (KINUPP; LORENZI, 2014).

CONCLUSÃO

Este trabalho contribuiu para as reflexões de estudantes sobre suas condições de vida, bem como as de seus vizinhos e familiares, sobre a necessidade de se pensar em possibilidades de melhorias de qualidade de vida e na alimentação, de si mesmo e para a coletividade. As atividades realizadas e os conhecimentos construídos a partir de seu desenvolvimento se configuraram como um estímulo à autoestima dos participantes diante de condições desfavoráveis de vida às quais estão expostos, e sua percepção sobre as potencialidades das plantas tradicionais, assim como de seus próprios quintais como recurso natural servindo para complementação de renda e produção de alimentos. A escola pode ser um espelho da sociedade e uma amostra dos estudantes de uma escola

pública local revelou que esta sociedade parece alheia sobre a profundidade de alguns de seus problemas e potenciais. Os dados apontam para a importância da construção e disseminação de conhecimentos visando qualificar alunos para uma postura crítica diante da problemática socioambiental, tendo como perspectiva a transformação de hábitos e práticas sociais que os impulsione em direção ao tema da sustentabilidade, no seu sentido mais amplo.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e às instituições de ensino e pesquisa do estado do Rio de Janeiro participantes, especialmente à UEZO e a FAPERJ.

REFERÊNCIAS

Atlas escolar da cidade de Nova Iguaçu. *Site da Prefeitura de Nova Iguaçu.* 2004. Disponível em: http://www.novaiguacu.rj.gov.br/arquivos/atlasescolar.pdf. Acesso em 17 de Ago. de 2019.

BELTRÃO, K. I.; SUGAHARA, S. Infra-estrutura dos domicílios brasileiros: uma análise para o período 1981-2002. Rio de Janeiro: IPEA, Texto para discussão, n. 1077, 2005.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J. A Reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino. [Trad. Reynaldo Bairão]. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora S/A (Série Educação em Questão, 1975.

BRASIL. Lei Nº 11.346 de 15 set. 2006. Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN). Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Diário Oficial da União. 18 set 2006. Acesso em 22 de dez 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm.

BRUNDTLAND, Gro Harlem — "Our Common Future – The World Commission on Environment and Development" – Oxford University, Oxford University Press, 1987.

CAVALIERE, Ana Maria. Tempo de escola e qualidade na educação pública. Educ. Soc., Campinas , v. 28, n. 100, p. 1015-1035, Oct. 2007. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302007000300018&lng=en&nrm=iso>. access on 17 Jan. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Food safety risk analysis. A guide for national food safety authorities. Rome: FAO; 2006. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43718/9789251056042_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 22 out. 2020.

JACOBI, Pedro Roberto; GUNTHER, Wanda Maria Risso; GIATTI, Leandro Luiz. Agenda 21 e Governança. Estud. av., São Paulo , v. 26, n. 74, p. 331-340, 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100025&lng=en&nrm=iso>. access on 13 Jan. 2021.

KINUPP, Valdely Ferreira; LORENZI, Harri. Plantas alimentícias não convencionais: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Inst. Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

MADEIRA, Nuno Rodrigo. et. al. Manual de produção de hortaliças tradicionais. Brasília: EMBRAPA, 2013.

MARTINS C. H. B. Pobreza, meio ambiente e qualidade de vida: indicadores para o desenvolvimento humano sustentável. Indic. Econ. FEE, Porto Alegre, v 30, n. 3, p 171-188, dez 2002.

NOVA IGUAÇU. LeiEI Nº. 4.092, deDE 28 deDE junhoJUNHO de DE 2011. "Institui o Plano Diretor Participativo e o sistema de gestão integrada e participativa da cidade de Nova Iguaçu, nos termos do artigo 182 da Constituição Federal, do capítulo III da Lei Nº 10.257, de 10 de julho de 2001 - Estatuto da cidade e do art. 14, § 3º da lei orgânica da cidade de NOVA IGUAÇU" Disponível em https://www.cmni.rj.gov.br/site/legislacao-municipal/plano-diretor/plano-diretor-republicacao-em-06-06-12-2-31.pdf Acesso 17 de ago de 2019.

ONU BRASIL. Objetivos de desenvolvimento sustentável: 17 objetivos para transformar nosso mundo. Brasília, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 30 mar. 2019.

PARQUE DAS AVES. Conheça tudo sobre PANCs. (2020). Disponível em: <https://blog.parquedasaves.com.br/2020/01/panc-mata-atlantica/#:~:text=No%20mundo%20todo%2C%20estima%2Dse,apenas%2020%20esp%C3%A9cies%20de%20plantas!>. Acesso em 22 ago. 2020.

PELICIONI, Maria Cecília Focesi. Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade. Saúde Soc., São Paulo, v. 7, n. 2, p. 19-31, dez. 1998.

ROCHA, André Santos. Baixada Fluminense: estudos contemporâneos e (re)descobertas históricogeográficas. A violência e o descaso social – a representação hegemônica ainda persiste. Organizado por André Santos da Rocha - Duque de Caxias: ASAMIH. 2020, 315p. Disponível em https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63573643/Livro_-_Baixada_Fluminense_2020_FINAL_OKcapa20200609-90714-117ktdn.pdf?1591704877=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DBAIXADA_FLUMINENSE_estudos_contemporaneo.pdf&Expires=1610122870&Signature=ZB-GOSEPLoqLWeHyN5bObxas-l2oCQt3EsOG2a1ak6F68EYht9hkbruDrYgMEEcBUIe435Mqm2ZG~Dg5E7B-N91lHb9PQpMfIfuaktriJJOn~Ha5CiLgSXKZqS9m-CO22-qMcHDAvmnKeIDSWDyuHPRD4wbTpdYuoVSJTFBZdSpgJ3RtXJPkKMTVBcFILy3-1sgakJlI11TDWBV5vVyGbpp0zkKtKNYqSUeUFVahQCYnCcQHr0s6UP8Mjcxjdv9-5RIO6d1PWDwFf8mUDylFu6g3Gsth2oawvIBxPZO6k389PAG~QZ8ZrCHHS~C5nWCu9DhjHMSMvGSBw~wP6ve5Jg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=14. Acesso 2018 de setembro dezde 202019.

SCHNEIDER, S. Educação do Campo e Sustentabilidade: O caso da Escola família Agrícola em Santa Cruz do Sul – RS. Atos de Pesquisa em Educação, 8(3), 964-985, 2013.

SICHIERI, Rosely et al . Recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população brasileira. Arq Bras Endocrinol Metab, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 227-232, June 2000. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302000000300007&lng=en&nrm=iso>. Accesso em 07 de janeiro de 2021. https://doi.org/10.1590/S0004-27302000000300007

SIMÕES, Manoel Ricardo. A cidade estilhaçada: reestruturação econômica e emancipações municipais na baixada fluminense. Mesquita: ed. Entorno, 2007.

SORRENTINO, Marcos et al . Educação ambiental como política pública. Educ. Pesqui., São Paulo, v. 31, n.2, p. 285-299, Aug. 2005. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022005000200010&lng=en&nrm=iso>. access on 13 Jan. 2021.

VIEIRA, Márcia Gilmara Marian. et. al. Educação para transformação: Empoderamento feminino alicerçado nos princípios da agroecologia. Ambiente: Gestão e Desenvolvimento,*[S. l.]*, v. 11, n. 01, p. 167-192, 2018. DOI: 10.24979/158. Disponível em: https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/158. Acesso em: 19 ago. 2020.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Técnico em química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), Licenciado em Química pela Universidade de Uberaba (2011). Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Docência do Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012). Mestre em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2015), com ênfase em desenvolvimento de bioadsorvente para remoção dos íons metálicos As(V), Sb (III) e Se (IV) em diferentes matrizes aquáticas. Doutor em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2018), com ênfase em Processos Oxidativos Avançados [fotocatálise heterogênea (TiO_2/UV-A e TiO_2/Solar, H_2O_2/UV-C) para remoção de contaminantes de interesse emergente (CIE) em diferentes matrizes aquáticas. Atualmente realiza Pós-doutorado (maio de 2020 a maio de 2022) na Universidade Federal de Uberlândia com ênfase em aplicação de novos agentes oxidantes empregando radiação solar para remoção de CIE em efluentes provenientes de estação de tratamento de esgoto. Possui 11 anos de experiência como técnico em química no Instituto Federal de Goiás, tendo atuado como responsável por análises de parâmetros físico-químicos e biológicos de águas e efluentes provenientes de estação de tratamento de esgoto. Atualmente, vem atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (*i*) Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (*ii*) Estudos de monitoramento de CIE; (*iii*) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CIE em diferentes matrizes aquáticas; (*iv*) Aplicação de processos oxidativos avançados (H_2O_2/UV-C, TiO_2/UV-A e foto-Fenton e outros) para remoção de CIE em efluentes provenientes de estação de tratamento de esgoto para fins de reutilização; (*v*) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CIE em diferentes matrizes aquáticas e (*vi*) Educação Ambiental.

ÍNDICE REMISSIVO

A

B

C

L

M

N

P

Q

R

S

T



Meio ambiente:
Preservação, saúde e sobrevivência

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2021

Meio ambiente:

Preservação, saúde e sobrevivência

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2021